



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - Skikda
Faculté de Technologie
Département Pétrochimie & Génie des Procédés
Master 2 Hygiène et Sécurité Industrielle



Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de

Master

Filière : Hygiène et sécurité industrielle

Spécialité : Hygiène et sécurité industrielle

Thème :

Risque incendie en cas d'accident BLEVE

En appliquant :

La méthode HAZOP et Le logiciel de simulation ALOHA

‘‘Cas d'étude : Le complexe CP2K - SKIKDA’’

Réalisé par les étudiants :

OURAL Issam

OUARFLI Abdelbasset

BOUGHAMMOU Housseem

Composition du jury :

Président: Mr/Mme.....(Grade, université)

Encadreur :Mme LAMRAOUI

Rapporteur: Mr/Mme.....(Grade, université)

Examineurs: : Mr/Mme.....(Grade, université)

Dédicaces

Je dédie ce travail

A ma mère qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

A mes frères, mon père et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

A tous ceux que j'aime.

Merci !

Abdelbasset OUARFLI

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents.

Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir

accompagnée tout le long de ma vie

Mon père qui sans lui je ne serais pas arrivé jusqu'ici.

J'espère toujours rester fidèle aux valeurs morales que vous m'avez apprises.

A toute ma chère famille et

A tous mes amis et collègues

Merci !

Issam OURAL

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail, cette mémoire fruit de
plusieurs années d'études à mon cher père et ma chère
mère car sans leurs sacrifices, leurs conseils, leurs
soutiens, leurs affections, je ne pourrais aboutir à ce
résultat. Que dieu vous garde.*

A mes chers frères, qui ont été toujours à mes côtés.

A mes amis avec qui j'ai passé d'agréables moments.

A tous ceux qui n'ont aidé à réaliser ce travail.

Merci !

Houssam BOUGHAMOU



Remerciement

Avant tout, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la force et le courage et la santé qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'étude ,nos sincères remerciements et notre gratitude vont d'abord à notre encadreur Mme "LAMRAOUI Sabrina" pour son orientation et support durant l'élaboration de ce travail .

Nous remercions aussi tous les enseignants de faculté de technologie .

On tient également à remercier les personnels du complexe CP2K



SOMMAIRE

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale

CHAPITRE I : Généralités sur l'incendie

I.1. Introduction.....	4
I.2. Définitions.....	4
I.3. Les phénomènes dangereux	4
I.3.1 Phénomènes Instantanés	4
I.3.1.1 UVCE.....	5
I.3.1.2 BLEVE.....	6
I.3.1.3 Boil Over.....	7
I.3.2 Phénomènes continus.....	8
I.3.2.1 Feu de torche.....	8
I.3.2.2 Feu de nappe	9
I.3.2.3 Feu de stockage de solides.....	10
I.5. Effets des phénomènes dangereux	11
I.6. Risque incendie.....	12
I.6.1 Définition	12
I.6.2 triangle de feu	12
I.6.3 Types de combustion	13
I.6.4 Les Phases de l'incendie	13
I.6.5 Notion sur les températures de l'inflammation.....	14
I.6.6 Les stades de la combustion.....	15
I.6.7 Les Causes des incendies	17
I.6.8 Effets du feu.....	17
I.6.9 Modes de propagation de feu.....	18
I.7 Les moyens de lutte contre incendie.....	19
I.7.1 Les extincteurs	19
I.7.2 Les R.I.A.....	23

SOMMAIRE

I.7.3 Les colonnes sèches	24
I.7.4 Les colonnes humides	24
I.7.5 Les déversoirs et rideaux d'eau	24
I.7.6 Les Sprinklers	24
I.8. Conclusion	26

CHAPITRE II : Présentation de la méthode HAZOP & logiciel ALOHA

II.1 Introduction	28
II.2 La méthode « HAZOP »	28
II.2.1 Principe	28
II.2.2 Objectif de la méthode	28
II.2.3 Déroulement	29
II.2.4 Définition des mots-clés	30
II.2.5 Définition des paramètres	31
II.2.6 Causes et conséquences de la dérive	31
II.2.7 Moyens de détection, sécurités existantes et propositions	31
II.2.8 Limites et avantages	32
II.3 Logiciel « CAMEO - ALOHA »	32
II.3.1 Généralités et principaux modules	32
II.3.2 Domaine de fonctionnement d'ALOHA	33
II.3.3 Entrées et sorties	34
II.4. Conclusion	35

CHAPITRE III : Présentation du complexe CP2K

III.1. Introduction	37
III.2. Présentation de l'unité CP2K	37
III.3. Historique de l'unité	37
III.4 Implantation du CP2K	37
III.5 Composition de complexe CP2K	38
III.6 Découpage du complexe	39
III.7 Les principales installations du complexe	40
III.8 Organigramme de l'unité CP2K	41

SOMMAIRE

III.9 Produit de l'unité PEHD	42
III.9.1 Utilisation du PEHD.....	42
III.10 Matériel de lutte contre incendie	42
III.10.1 Réseau d'eau anti-incendie.....	42
III.10.2 Equipements de connexion sur le réseau d'eau anti incendie	44
III.10.3 Poste de distribution et d'injection.....	45
III.10.4 Système d'extinction a poudre	46
III.10.5 Système d'extinction à CO2.....	46
III.11 Système de détection incendie SDI.....	46
III.12 Détecteurs automatique/Déclencheurs	47
III.12.1 Détecteurs de la fumée	47
III.13 Les soupapes de sécurité	49
III.14 Les moyens mobiles d'intervention	49
III.14.1 Extincteurs.....	49
III.14.2 Véhicule d'intervention et leurs accessoires	50
III.14.3 Moyens de communication et d'alerte	51
III.15 Fonction de da sécurité.....	52
III.15.1 Les services HSE.....	52
III.16 Conclusion.....	55

CHAPITRE IV : Application de la méthode HAZOP & logiciel ALOHA

IV.1 Introduction.....	57
IV.2 Présentation du cas d'étude.....	57
IV.2.1 Le réservoir de stockage d'isobutane frais.....	57
IV.3. La matière stockée	58
IV.3.1. Définition	58
IV.3.2. Utilisation et sources d'émission	58
IV.4. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles	59
IV.4.1 Aspect.....	59
IV.4.2 Données de sécurité	59
IV.4.3 Spécifications Requises après Traitement.....	59
IV.4.4 Service.....	60

SOMMAIRE

IV.4.5 Effets toxicologiques.....	60
IV.5. Manipulation et stockage	61
IV.6. Mesure de sécurité	61
IV.7. Application de l'HAZOP sur les cigares de stockage d'isobutane frais 950-462 A /B ..	62
IV.8. Résultats de l'application HAZOP	67
IV.9. Modélisation par logiciel ALOHA	67
IV.9.1. Description de l'accident	68
IV.9.2. Les entrées.....	68
IV.9.3. Les étapes d'application du logiciel ALOHA.....	69
IV.10. Discussions des résultats.....	74
IV.11. Conclusion	75

Résumé

L'étude des risques liés au stockage des hydrocarbures que nous avons fait au niveau du complexe pétrochimique de SKIKDA CP2K dans un bac de stockage d'isobutane 950-462A montre que le risque d'incendie ou d'explosion est omniprésent.

Les méthodes d'analyse comme la méthode HAZOP et l'outil de modélisations le logiciel ALOHA sont des approches à la solution de cette situation. Il serait souhaitable et même nécessaire de mettre l'accent sur la rénovation et la mise à niveau des différentes installations notamment sur l'aspect exploitation et sécurité à même de prévenir et ou de contenir les potentiels dysfonctionnements pouvant survenir en mettant les barrières nécessaires.

Mot-clé : risque, bac de stockage , incendie, explosion ,HAZOP,ALOHA,

Abstract :

The study of the risks of storing hydrocarbons we did at the SKIKDA CP2K petrochemical complex in a storage tray isobutane950-462 A shows that the risk of fire or explosion is omnipresent.

Analytical methods such as HAZOP method and modeling tool ALOHA software are approaches to the solution of this risk. It would be desirable and even necessary to focus on the renovation and upgrading of different facilities including the appearance and operation safety and even prevent or contain potential malfunctions that may occur by putting the necessary barriers.

Key words : Risk , storage tray , fire , explosion, HAZOP, ALOHA

ملخص:

إن دراسة المخاطر المرتبطة بتخزين الهيدروكربونات التي أجريناها على مستوى مجمع البتروكيماويات في سكيكدة CP2 K في صهريج تخزين ايزوبوتان 950-462 A يظهر أن خطر نشوب حريق أو انفجار موجود في كل مكان.

طرق التحليل مثل طريقة HAZOP وأداة النمذجة البرمجية ALOHA هي طرق لحل هذا الموقف. سيكون من المرغوب فيه بل ومن الضروري التركيز على تجديد وتحديث المنشآت المختلفة ، لا سيما فيما يتعلق بالجانب التشغيلي والسلامة ، القدرة على منع و / أو احتواء الأعطال المحتملة التي قد تحدث من خلال وضع الحواجز اللازمة.

الكلمات المفتاحية :

مخاطرة ، صندوق تخزين ، حريق ، انفجار ، HAZOP ، ALOHA

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE I : Généralité sur l'incendie		
Tableau .I.1	Synthèse des caractéristiques des phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un aléa thermique	11
Tableau .I.2	Quelques exemples de températures de point d'éclair et d'auto-inflammation	15
Tableau .I.3	le choix de l'agent extincteur	23
Tableau .I.4	Méthode HAZOP : ANALYSE DU SYSTEME (Circuit DE BOUE)	28
CHAPITRE II : Présentation de la méthode HAZOP & logiciel ALOHA		
Tableau .II.1	Exemple de tableau pour l'HAZOP	30
Tableau .II.2	Exemples de mots-clé pour l'HAZOP (norme CEI : 61882)	30
CHAPITRE III : Présentation du complexe CP2K		
Tableau .III.1	Les 04 principales zones du complexe	39
Tableau .III.2	paramètre de Bac de stockage d'eau anti incendie 9550-443	43
Tableau .III.3	le type et le paramètre d'extincteurs	49
Tableau .III.4	les Véhicule d'intervention	50
CHAPITRE IV : Application de la méthode HAZOP & logiciel ALOHA		
Tableau .IV.1	des Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles	59
Tableau .IV.2	Les Données de sécurité	59
Tableau .IV.3	Les propriétés physiques	60
Tableau .IV.4	Application de l'HAZOP sur les Cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B (Température)	63
Tableau .IV.5	Application de l'HAZOP sur les Cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B (pression)	64
Tableau .IV.6	Application de l'HAZOP sur les Cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B (Niveau)	65
Tableau .IV.7	Application de l'HAZOP sur les Cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B (Débit)	66
Tableau .IV.8	Données d'entrées du programme ALOHA	68

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE I : Généralité sur l'incendie		
Figure .I.1	photographie représentant le phénomène UVCE (BARPI)	05
Figure .I.2	photographie représentant le phénomène BLEVE (Casselton)	06
Figure .I.3	photographie représentant le phénomène Boil Over	07
Figure .I.4	photographie représentant le phénomène feu de torche	08
Figure .I.5	photographie représentant le phénomène feu de nappe	09
Figure .I.6	photographie représentant le phénomène feu de stockage de solides	10
Figure .I.7	le triangle de feu	12
Figure .I.8	différentes phases dans le déroulement de l'incendie	14
Figure .I.9	Schéma plage d'inflammabilité	16
Figure .I.10	Les dangers de la fumée et de la propagation rapide du feu	18
Figure .I.11	Modes de propagation de feu	19
Figure .I.12	Les différentes parties de l'extincteur	20
Figure .I.13	Les extincteurs à eau	21
Figure .I.14	Les extincteurs à CO2	22
Figure .I.15	Les extincteurs à Poudre	22
Figure .I.16	Les R.I.A	24
Figure .I.17	Installations d'extinction automatique de type SPRINKLER	25
CHAPITRE III : Présentation du complexe CP2K		
Figure .III.1	Schéma d'occupation du sol du complexe CP2K	38
Figure .III.2	Découpage du complexe CP2K	39
Figure .III.3	Photo représente les principales installations de l'unité CP2K	40
Figure .III.4	Schéma montre l'organigramme d'unité CP2K	41
Figure .III.5	Produit de l'unité PEHD	42
Figure .III.6	Pompe du réseau d'eau anti-incendie	44
Figure .III.7	Système déluge	45
Figure .III.8	les Postes de distributions et d'injection	45
Figure .III.9	Système d'extinction à CO2	46
Figure .III.10	ALTAIR principal tableau synoptique détection incendie	47

Liste des figures

Figure .III.11	Tableau de répétition ALTRA	47
Figure .III.12	Détecteurs automatique/Déclencheurs	48
Figure .III.13	les moyens mobiles d'intervention	49
Figure .III.14	les moyens de communication et d'alerte	52
Figure .III.15	Procédures et supports de la sous fonction intervention	53
CHAPITRE IV : Application de la méthode HAZOP & logiciel ALOHA		
Figure .IV.1	Les cigares de stockage d'isobutane	57
Figure .IV.2	Schéma de stockage et dégazage d'isobutane	62
Figure .IV.3	Situation géographique de la zone concernée (ALOHA)	69
Figure .IV.4	Choix De la date (ALOHA)	69
Figure .IV.5	Choix le produit chimique (ALOHA)	70
Figure .IV.6	Type du produit (ALOHA)	70
Figure .IV.7	la masse et le volume du produit (ALOHA)	71
Figure .IV.8	fenêtre d'application de la vitesse du vent (ALOHA)	71
Figure .IV.9	fenêtres pour choisir la température (ALOHA)	72
Figure .IV.10	Choix du type de bac de stockage qui est sous forme cigare (ALOHA)	72
Figure .IV.11	Résumé du travail ALOHA	73
Figure .IV.12	les zones menacées par la surpression (ALOHA)	73
Figure .IV.13	Cartographique des zones menacées par les effets de l'explosion (ALOHA)	74

Liste des abréviations

Acronyme	Définition
UVCE	Unconfined Vapour Cloud Explosion
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité
°F	Le degré Fahrenheit (une unité de mesure de la température)
PVC	polychlorures de vinyle
NOx	Famille des oxydes d'azote couramment regroupé sous la formule NOx
HCL	Le Chlorure d'Hydrogène « acide chlorhydrique »
H2SO4	L'acide sulfurique « sulfate d'hydrogène »
CF3Br	Le Bromotrifluorométhane (C'est un gaz inerte, non-inflammable)
R.I.A	Robinet d'Incendie Armé
I.G.H	Immeuble de Grande Hauteur
HAZOP	HAZard and OPerability
APR	Analyse Préliminaire de Risque
AMDE	Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités
ICI	Imperial Chemical Industries
PID	Piping & Instrumentation Diagram
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
OHSAS 18001	Occupational Health and Safety Assessment Series
CAMEO	Computer-Aided Management of Emergency Operations
ALOHA	Areal Locations of Hazardous Atmospheres
MARPLOT	Mapping Application for Response, Planning, and Local Operational Tasks
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
SDI	Système de Détection Incendie
DEF	Détection Electronique Française

INTRODUCTION GENERALE

Les matières plastiques sont essentiellement fabriquées par l'industrie pétrochimique, à partir du pétrole ou du gaz naturel. Les usages sont très variés et entrent dans les petits objets de la vie de tous les jours.

A fin de 1945 et avec les années 50, la consommation de masse et la diversification crée une explosion des demandes et confortent l'essor de cette industrie nouvelle.

La production mondiale de plastiques augmente chaque année (+ 2,9 % en 2012) et pose des problèmes liés à la pétrochimie et au devenir des plastiques usagés.

La prise de conscience des enjeux environnementaux se développe et incite à de nouveaux progrès . [1]

Tous les ans, dans le milieu industriel, l'incendie fait beaucoup de victimes, de dégâts matériels et a souvent pour conséquence de priver le personnel de son travail. Et si le nombre de victimes directes est relativement faible, le risque économique est très élevé. Donc, ce phénomène a des impacts directs et indirects sur l'homme, l'entreprise et l'environnement.

Bref, la zone de stockage des produits inflammables représente le risque majeur pendant la production dans le complexe CP2K SKIKDA, notamment le risque d'apparition du phénomène du BLEVE qui sera pour nous l'objet de ce travail.

Notre projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en hygiène et sécurité industrielle , basé sur le risque incendie en cas d'accident BLEVE

L'objectif est comment analyser les risques d'incendie à travers un scénario d'accident, et découvrir les causes et proposer des solutions pour l'éviter en appliquant la méthode HAZOP ? avec un modélisation d'accident à l'aide du logiciel de simulation ALOHA ?

Pour atteindre cet objectif, notre mémoire est structuré en quatre (4) chapitres :

Chapitre 1 : dans ce chapitre on va expliquer les détails du risque incendie , les phénomènes dangereux et le phénomène BLEVE , une description détaillée sur les principales opérations

INTRODUCTION GENERALE

de prévention et intervention contre l'incendie et le matériel utilisé, et aussi on va expliquer Comment choisir les moyens d'extinction avec le type de feu .

Chapitre 2 : dans le 2ème chapitre on va expliquer la méthode d'analyse de risque HAZOP, Et qu'elle est son principe de déroulement ; et on va expliquer le logiciel de modélisation ALOHA , Les principales limitations , domaine de fonctionnement .

Chapitre 3 : dans le 3ème chapitre on va présenter le complexe CP2K - Historique de l'unité ,Composition de complexe CP2K , et les principales installations , organigramme et les différents départements , et le matériel et les équipement utilisé contre l'incendie .

Chapitre 4 : dans le dernier chapitre on va appliquer la méthode HAZOP à travers un scénario d'accident en 4 paramètres (température, pression, niveau ,débit) et on va faire un modélisation d'accident à l'aide du logiciel de simulation ALOHA .



CHAPITRE I

GENERALITES SUR L'INCENDIE

I.1. Introduction

Le feu est un élément dévastateur qui provoque chaque année de nombreuses victimes et entraîne des dégâts importants avec des coûts élevés, en particulier dans les industries.

Certaines normes et obligations sont imposées par des réglementations strictes sur les lieux de travail mais ces règles ne sont pas immuables. Le risque zéro n'existe pas.

Ce chapitre apporte des généralités sur le risque incendie et les moyens de lutte contre ce type de risque.[2]

I.2. Définitions

I.2.1 Le danger

Le danger est défini de plusieurs façons, mais la définition la plus commune est celle associée à la santé et à la sécurité au travail : « Un danger est toute source potentielle de dommage, de préjudice ou d'effet nuisible sur la santé pour quelque chose ou quelqu'un ». [3]

I.2.2 Le risque

Un risque est la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger. Cette notion peut également s'appliquer à des situations où il y a perte de biens ou d'équipement ou des effets nocifs pour l'environnement. [3]

I.2.3 L'accident

Événement imprévu entraînant la mort, une détérioration de la santé, des lésions, des dommages ou autre perte. (OHSAS 18001) .

I.2.4 Catastrophe

Si l'accident est de grande ampleur et touche un grand nombre de personnes (exemple : la catastrophe de Tchernobyl).

I.2.5 Feu

Combustion autoentretenue dont l'extension dans le temps et l'espace est contrôlée. Lorsque cette extension ne peut être contrôlée, il convient alors de parler d'incendie. [4]

I.2.6 Flamme

Zone de combustion en phase gazeuse généralement avec émission de lumière. [4]

I.2.7 Incendie

Combustion autoentretenue qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace. [4]

I.3. Les phénomènes dangereux [5]

I.3.1 Phénomènes Instantanés

Les phénomènes dangereux susceptibles de produire d'importants effets thermiques et dont la durée est considérée comme instantanée sont les suivants :

- **UVCE** (Unconfined Vapour cloud Explosion) ;
- **BLEVE** (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) ;
- **Boil Over** .

I.3.1.1 UVCE

I.3.1.1.1 Description du phénomène

Suite à une fuite de gaz combustible dans un environnement non confiné, un nuage formé d'un mélange d'air et de gaz combustible se forme. Lorsque ce mélange atteint les critères d'explosibilité (teneurs en combustible et en oxygène comprises dans le domaine d'inflammabilité) et rencontre une source d'allumage, il explose. Un front de flamme se propage associé à l'expansion des gaz brûlés qui agissent sur les gaz frais environnant à la manière d'un piston pouvant donner lieu à une onde de pression aérienne (déflagration).



Figure. I.1 : photographie représentant le phénomène UVCE (BARPI)

I.3.1.1.2 Les origines

- Fuite d'un gaz combustible liquéfié ;
- Évaporation d'une flaque de liquide inflammable.

Une très faible énergie suffit pour initier l'explosion. Par ailleurs, l'allumage peut être différé dans le temps et par conséquent se produire à une certaine distance du lieu de la fuite.

I.3.1.1.3 Les effets

- Une boule de feu qui consume ou endommage ce qui se trouve à l'intérieur ;
- Un rayonnement thermique sur le voisinage immédiat de la boule de feu ;
- Des effets de pression plus ou moins importants suivant l'encombrement du lieu de l'accident .

I.3.1.1.4 Les conséquences de l'UVCE dépendent de

- La masse de gaz combustible concerné, c'est à dire du volume du nuage ;
- La composition du nuage de gaz ;
- L'encombrement de l'espace.

De manière générale, l'effet thermique d'un UVCE sur les structures se limite à des dégâts superficiels (déformation des plastiques, décollement des peintures, ...), et, éventuellement, à une fragilisation possible de certaines structures métalliques légères. En revanche, l'UVCE peut être initiateur d'un incendie, ou être suivi d'un feu-torche, dont les effets thermiques sont à redouter.

I.3.1.2 BLEVE

I.3.1.2.1 Description du phénomène

Un BLEVE correspond à la libération brutale d'une masse de gaz liquéfié en état d'ébullition sous pression, suite à l'éclatement ou la perforation d'une enveloppe de stockage suivi d'une inflammation générale immédiate. Il s'agit d'une explosion dont les effets dominants sont les effets de rayonnement thermique plus que de surpression.



Figure. I.2 : photographie représentant le phénomène BLEVE (Casselton)

I.3.1.2.2 Les origines

Corrosion ;

Dommages ou fatigues mécaniques ;

Hautes températures (incendie).

I.3.1.2.2 Les effets

- Une boule de feu : qui consume ou endommage ce qui se trouve à l'intérieur ;
- Un rayonnement thermique sur le voisinage immédiat de la boule de feu. Ainsi les émittances de ce front de flamme peuvent atteindre des valeurs de plusieurs centaines de kW/m² ;

- Une Onde de pression choc (détonation) : Le BLEVE est une explosion, il va donc générer une onde de choc (détonation), un important déplacement d'air qui va affecter l'environnement proche du réservoir ;
- Projection de débris : Des débris sont propulsés majoritairement vers les extrémités du réservoir. Cette projection est donc imprévisible et peut parfois atteindre des proportions énormes, à plus d'un kilomètre de diamètre de la source.

I.3.1.3 Boil Over

I.3.1.3.1 Description du phénomène

Un Boil Over est un phénomène de moussage de grande ampleur impliquant des réservoirs aériens et résultant de la vaporisation d'eau liquide contenue dans des réservoirs atmosphériques d'hydrocarbures en feu. Ce phénomène est à l'origine de violentes projections de liquide enflammé et de la formation d'une boule de feu.



Figure. I.3 : photographie représentant le phénomène Boil Over

(Port Edouard Herriot (juin 1987))

I.3.1.3.2 Les origines

- Présence d'eau dans le réservoir (teneur en eau de l'hydrocarbure, pénétration de l'eau de pluie au travers des événements, condensation sur les parois internes, introduction d'eaux d'extinction)
- Incendie prolongé en partie supérieure ;
- Propagation d'une onde de chaleur ;
- Vaporisation de l'eau (1 m³ d'eau ~ 1600 à 2000 m³ de vapeur).

I.3.1.3.3 Les effets

- Une explosion (rupture de la capacité) ;
- Une éjection de liquide en émulsion et en feu. (extension de l'incendie) ;

- Une boule de feu avec ses retombées (effets thermiques).

I.3.2 Phénomènes continus

Contrairement aux phénomènes décrits ci-dessus, certains phénomènes sont caractérisés par une durée pouvant aller de quelques minutes à quelques heures, voire plusieurs jours dans certains cas :

- Feu torche ;
- Feu de nappe ;
- Feu de matériaux solide (stockage en entrepôt ou externe).

I.3.2.1 Feu de torche

I.3.2.1.1 Description du phénomène

Dans l'environnement industriel, les feux de torche appelés également feux chalumeau peuvent survenir suite à des fuites accidentelles de fluides inflammables ou à des évacuations intentionnelles de sous-produits par l'intermédiaire de torchères.



Figure. I.4 : photographie représentant le phénomène feu de torche

I.3.2.1.2 Les origines

Le phénomène de feu de torche a pour origine un rejet de fluides combustibles, généralement à l'état gazeux, qui s'enflamme :

- Spontanément si sa température est suffisamment élevée ;
- En raison de points chauds ;
- Par démarrage d'un véhicule situé à proximité (étincelle) ;
- Par action de la foudre.

Afin de se prémunir de tels évènements, il est important de pouvoir prévoir et évaluer les conséquences associées aux feux torche. Pour ce faire, il est notamment nécessaire d'estimer les caractéristiques

géométriques de la flamme et de déterminer le flux radiatif émis par la flamme pouvant aller jusqu'à 300 kW/m².

I.3.2.1.2 Les conséquences

Parmi les conséquences les plus critiques, il convient de citer des pertes humaines (ouvriers, conducteurs de camions...) et matérielles (effets dominos) pouvant entraîner également une perte de production, et plus grave une propagation à d'autres installations.

Par ailleurs, quelques éléments observés donnent une idée qualitative des conséquences des feux torche :

- Les débits de fuite qui représentent des quantités importantes de combustibles rejetés (toxicité) ;
- L'orientation de la flamme qui peut avoir une influence déterminante sur l'occurrence d'effets dominos (thermique) ;
- Les hauteurs de flamme de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres (thermique) .

I.3.2.2 Feu de nappe

I.3.2.2.1 Description du phénomène

Le feu de nappe résulte de la présence simultanée d'une nappe de liquide inflammable portée à une température supérieure à son point éclair et d'un point chaud (étincelle, flamme nue, métal incandescent, etc.).



Figure. I.5 : photographie représentant le phénomène feu de nappe

I.3.2.2.2 Les origines

La nappe de liquide inflammable résulte fréquemment d'une fuite, plus ou moins importante. Il est à noter que le point chaud, s'il est maintenu suffisamment longtemps, peut initier l'incendie d'un liquide dont la température est inférieure au point éclair : le point chaud en lui-même peut porter localement le liquide à une température supérieure à son point éclair, démarrer l'incendie qui se généralise ensuite à toute la nappe.

I.3.2.2.3 Les conséquences

L'impact d'un feu de nappe dépend de la taille de la surface en feu, du produit qui se consume et de la durée de l'incendie.

De manière générale, les principales conséquences observées de manière récurrente sont la pollution des eaux de surface ainsi que la contamination des sols, voire des eaux souterraines, plus rarement, des blessés ou des morts. Les effets thermiques observés dépendront de la taille de la nappe ainsi que du combustible .

I.3.2.3 Feu de stockage de solides

I.3.2.3.1 Description du phénomène

Les feux de solide ont généralement la particularité de commencer à l'intérieur d'un bâtiment, en milieu relativement confiné avec une toiture et des murs, excepté pour les stockages extérieurs. Les effets sont donc dans un premier temps limités au bâtiment (voire compartiment) d'origine. Ensuite, au fur et à mesure que l'incendie se développe, se propage puis se généralise dans l'entrepôt, les effets de l'incendie d'entrepôt sont perceptibles à l'extérieur du bâtiment. Leur effet est alors similaire à celui d'un feu extérieur (tel que stockage de palettes ou de pneus).



Figure. I.6 : photographie représentant le phénomène feu de stockage de solides

I.3.2.3.2 Les origines

Les origines des feux d'entrepôts sont les suivantes :

- Étincelle, défaut électrique ;
- Point chaud ;
- Malveillance ;
- Foudre.

I.3.2.3.3 Les conséquences

Les effets d'un incendie d'entrepôt sur l'environnement sont d'ordre thermique (dû aux flammes) et d'ordre toxique (dû aux fumées). Des problèmes de visibilité gênant pour la circulation et

l'acheminement des secours peuvent aussi avoir lieu. Aucun effet direct de pression n'est lié au feu d'entrepôt.

I.4. Caractéristiques des phénomènes dangereux

Tableau I.1 : Synthèse des caractéristiques des phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un aléa thermique [6]

Phénomène dangereux	Délai d'occurrence	Durée de montée en puissance jusqu'à son état stationnaire	Effets recherchés (Pression, THermique, TOXique, Missile)	Émissivité de la source (ordre de grandeur)
UVCE	Plusieurs secondes à 2 - 3 minutes (formation du nuage à la LIE)	Quelques millisecondes (inflammation du nuage)	P, TH	150 kW/m ² à 300 kW/m ²
BLEVE "chaud"	immédiat dès la rupture de la citerne	Plusieurs secondes (expansion de la boule de feu et combustion de la boule de feu)	TH, P, M	180 kW/m ² à 350 kW/m ²
BOIL-OVER	immédiat dès que l'eau s'évapore	Plusieurs secondes (expansion de la boule de feu et combustion de la boule de feu)	TH, TOX	100 kW/m ² à 150 kW/m ²
Feu de Torche	immédiat dès l'inflammation du produit	Plusieurs minutes à heures	TH, TOX	150 kW/m ² à 300 kW/m ²
Feu de nappe	immédiat dès l'inflammation du produit	Plusieurs minutes à heures	TH, TOX	25 à 200 kW/m ² Note 1*
Incendie de solides	immédiat dès l'inflammation du produit	Plusieurs minutes à heures	TH, TOX	30 kW/m ² à 100 kW/m ²

I.5. Effets des phénomènes dangereux

On classe les effets des phénomènes dangereux en quatre catégories :

- **effets thermiques**, liés à une combustion d'un produit inflammable ou à une explosion ;
- **effets mécaniques** liés à une surpression résultant d'une onde de choc provoquée par une explosion ;
- **effets de projection** qui sont des effets indirects dus à la formation et la mise en mouvement, par l'onde de choc d'une explosion, de débris et de fragments ;

— **effets toxiques** qui résultent de l'inhalation d'une substance chimique toxique à la suite d'une fuite sur une installation .[6]

I.6. Risque incendie

I.6.1 Définition

Un incendie est un feu ou, plus généralement, une combustion qui se développe, sans contrôle, dans le temps et dans l'espace. [4]

I.6.2 triangle de feu

est un modèle simple pour comprendre les éléments nécessaires pour la plupart des combustions et incendies , il montrant les trois éléments indispensables pour une combustion chimique :

un combustible, un comburant, l'énergie d'activation .[7]

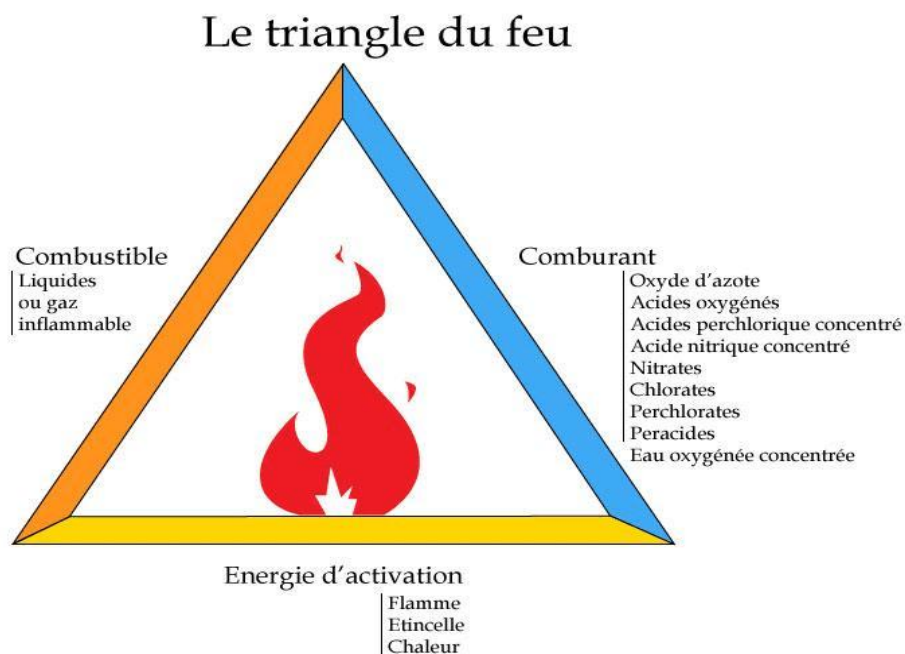


Figure. I.7 : le triangle de feu

- **Combustible :** Tous les corps susceptibles de s'unir avec l'oxygène sont dits « combustibles ». . Généralement, les solides et les liquides ne brûlent pas en l'état ; ce sont les gaz et vapeurs qu'ils émettent qui brûlent.
- **Comburant :** En pratique, il n'existe qu'un seul comburant : c'est l'oxygène. Dans la plus grande partie des cas, l'oxygène qui alimente une combustion se trouve dans l'air en mélange avec de l'azote et d'autres gaz rares. Il faut savoir que l'air ne peut être considéré comme comburant que s'il contient suffisamment d'oxygène, soit plus de 15 % en volume pour les combustibles courants.

- **L'énergie d'activation** : Un apport d'énergie, dite « énergie d'activation », est nécessaire pour « démarrer » ce phénomène, qui s'entretiendra de lui-même par la suite, en raison de la quantité de chaleur que dégage cette réaction exothermique.[4]

I.6.3 Types de combustion

∇ La combustion lente :

Il s'agit d'une combustion sans flamme (fermentation, rouille, oxydation dans l'organisme à l'aide de l'O₂...).

∇ La combustion vive :

Elle est caractérisée par la présence de flamme.

∇ La combustion très vive :

Il s'agit d'une déflagration (explosion subsonique).

∇ La combustion instantanée :

Il s'agit d'une détonation (explosion supersonique). [8]

I.6.4 Les Phases de l'incendie

Dans le déroulement d'un incendie, on peut distinguer cinq phases qui se déroulent successivement. La courbe de la figure 8 représente le développement d'un incendie en considérant qu'il était suffisamment alimenté en comburant, en combustible et en énergie.

- ∇ **Phase 1** : feu couvant ; après allumage par un point chaud (cigarette, allumette, court-circuit, soudure...), il y a début de combustion avec formation de fumées (OA).
- ∇ **Phase 2** : combustion ; apparition de flammes avec dégagement de gaz chauds et incomplètement brûlés (AB).
- ∇ **Phase 3** : embrasement généralisé ou « flash over » ; les gaz chauds (combustibles) et les particules imbrûlées des fumées portés à température d'auto-inflammation provoquent l'embrasement (BC).
- ∇ **Phase 4** : développement de l'incendie ; cette phase dépend de l'aliment du feu en combustible et en comburant (CD).
- ∇ **Phase 5** : décroissance ; soit du fait de l'intervention, soit du fait de la disparition du Combustible.[9]

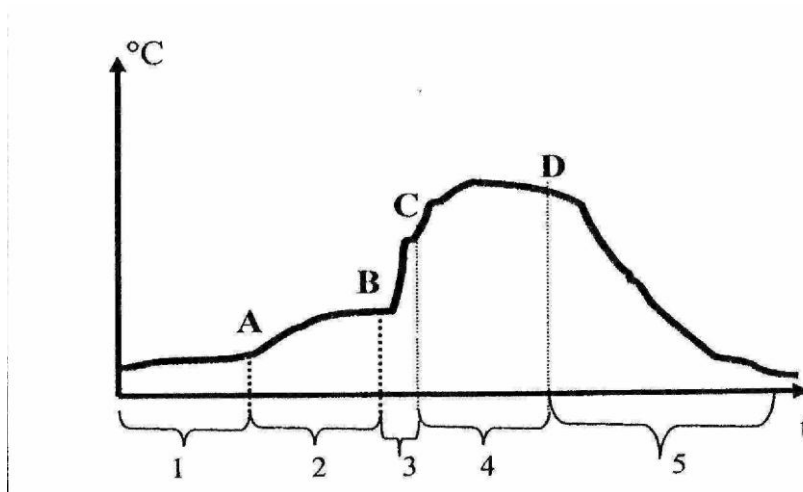


Figure. I.8 : différentes phases dans le déroulement de l'incendie

I.6.5 Notion sur les températures de l'inflammation

— **Point éclair :**

c'est la température à laquelle les vapeurs sont émises en quantité suffisantes pour forcer avec l'air mélange détonnant mais insuffisante pour que la combustion puisse continuer d'elle-même .

— **Point d'inflammation :**

c'est la température à partir de laquelle les vapeurs sont émises en quantité suffisantes pour que la combustion une fois amorcée, puisse continuer d'elle-même.

— **Point d'auto inflammation :**

c'est la température à partir de laquelle la combustion amorcée d'elle-même température d'auto inflammation varie avec les conditions de pression et est influence par la nature des parois des récipients ou autre causes pouvant avoir un effet catalytique

— **Limites d'explosivité :**

on appelle limites de détonabilité, les valeurs extrêmes de concentration pour les quelles, à une pression et une température initiale donnée, une détonation peut s'entretenir et se propager. Le domaine de la détonation se situe à l'intérieur du domaine d'inflammabilité.

— **LIE (Limite Inférieure d'Explosivité) :**

c'est le pourcentage de gaz ou vapeur combustible en présence dans l'air donnant un mélange trop pauvre pour s'enflammer au contact d'une flamme ou étincelle. La plage de mesure de l'explosimètre est comprise entre 0 et LIE.

— **LSE (Limite Supérieure d'Explosivité) :**

c'est le pourcentage de gaz ou vapeur combustible en présence dans l'air donnant un mélange trop riche pour s'enflammer au contact d'une flamme ou étincelle.

— **La plage de mesure de l'explosimètre :**

Entre LIE et LES le pourcentage de gaz ou de vapeur en présence d'air peut s'enflammer ou présenter un mélange explosif au contact d'une flamme ou étincelle. C'est la plage de mesure de l'explosimètre. .[4]

Tableau I.2 : Quelques exemples de températures de point d'éclair et d'auto-inflammation [10]

Substance	la température de Point d'éclair	la température d'auto-inflammation
Éthylène	-136 °C (-276,8 °F)	490 °C (914°F)
propane	-104 °C (-155,2 °F)	470 °C (878 °F)
Butane	-60 °C (-76°F)	288 °C (550,4 °F)
Éther d'éthylique	-45 °C (-113 °F)	160 °C (320 °F)
Éthanol	16,6 °C (61,9 °F)	363 °C (-276,4 °F)
Essence	-43 °C (-45,4 °F)	280 °C (536 °F)
Diesel	62 °C (143,6°F)	210 °C (410°F)
Carburacteur	60 °C (140°F)	210 °C (410°F)
Kérosène	38 to 72 °C (100 to 162°F)	220 °C (428°F)

I.6.6 Les stades de la combustion

I.6.6.1 stade du gaz ou vapeur

Pour que s'effectue la combustion d'un gaz, il faut que le mélange gaz combustible/gaz comburant soit dans des proportions adéquates. Dans le cas du mélange gaz combustible/air, il faut que la concentration

de gaz dans le mélange soit comprise entre deux limites que l'on appelle limites d'inflammabilité qui sont :

- La limite inférieure d'inflammabilité (**LII**) ;
 - La limite supérieure d'inflammabilité (**LSI**) .
- Lorsque la combustion présente les caractères de l'explosion, on parlera de limites inférieures et supérieures d'explosivité (**LIE** et **LSE**).
- Pour qu'un liquide soit considéré comme inflammable, il suffit donc que les valeurs limites soient à une concentration supérieure à la limite inférieure d'inflammabilité .
- Pour chaque liquide, cette condition correspond à une certaine température que l'on n'appelle point d'éclair, les vapeurs peuvent être enflammées par une source d'énergie .
- Lorsque la température d'un liquide est à peine supérieure au point d'éclair, la source d'inflammation ne pourra provoquer qu'un allumage fugitif (éclair ou flash). Pour que la flamme subsiste, il faut que la température dépasse de quelques degrés la valeur du point éclair .

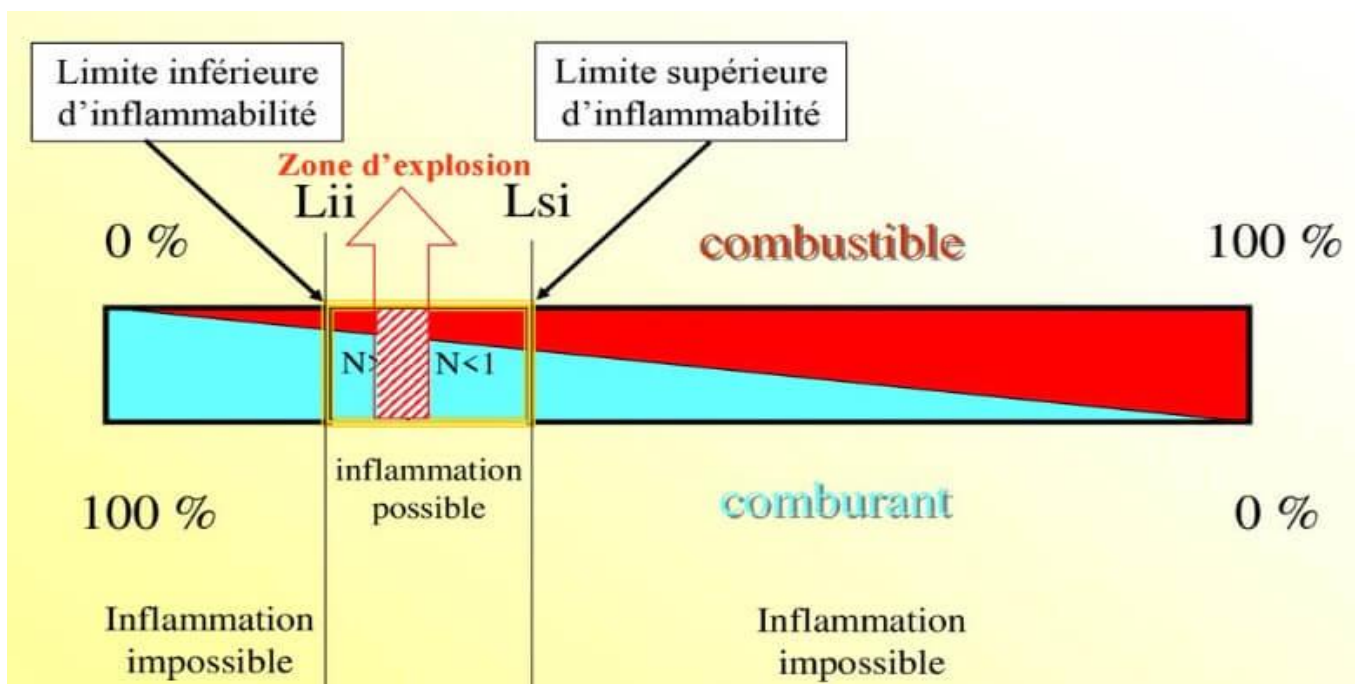


Figure. I.9 : Schéma plage d'inflammabilité

I.6.6.2 stade des solides

La combustion des solides ne répond pas à des lois aussi précises que celles des gaz ou des liquides. Les matériaux tels que le bois et autres matériaux cellulosiques émettent des gaz inflammables .

Pour les matériaux de synthèse, on peut repérer une température de décomposition à partir de laquelle il y a production de gaz inflammables ; on voit alors une similitude avec la notion de point d'éclair des liquides. Certains matériaux brûlent en formant des braises : il s'agit d'un mode de combustion particulier qui se produit lentement et directement depuis l'état solide : les braises peuvent se consumer très lentement, sans gros apport d'oxygène ; cela donne lieu à des feux couvrants qui posent souvent de gros problèmes d'extinction.

On assiste parfois à des phénomènes de combustion spontanée pour certains matériaux qui peuvent être le siège, en ambiance ordinaire, d'une lente oxydation dégageant de la chaleur. [11]

I.6.7 Les Causes des incendies

Nous citerons des informations des corps selon leur nature, cependant, les causes d'incendie peuvent être rangées dans la catégorie suivante :

I.6.7.1 Causes techniques

Thermiques, mécaniques, chimiques, électriques et biologique.

I.6.7.2 Causes humaines

Imprudence, négligence, inattention, désordre, indiscipline, ignorance, oubli, irréflexion, étourderie, malveillance, désinvolture, défaut de surveillance...

Le feu est plus souvent la sanction d'une défaillance humaine.

I.6.7.3 Causes naturelles

- **La foudre** : inflammation d'un mélange gazeux sur un bac d'hydrocarbures.
- **Le soleil** : rayons traversant les lentilles d'un vitrage et enflamment des poussières retenues par des toiles d'araignées.
- **Combustion spontanée** : bal des cotons, oxydation de pyrite, charbon chiffons gars, fermentation.

I.6.7.4 Causes accidentelles

- **Causes dues à l'emploi d'énergie** : l'étincelle due au frottement ou au choc cloutée, corps métallique dans les rouages d'une machine, courant circuit, arcs...
- **Réaction chimique** : eau sur chaux vive, graisse sur robinet de bouteilles, l'oxygène acétylène et cuivre, sodium et eau . [11]

I.6.8 Effets du feu

I.6.8.1 La Toxicité

La combustion des matériaux s'effectue en dégageant un certain nombre de gaz qui peuvent avoir des effets toxiques et corrosifs. Par ailleurs, portés à température élevée, ces gaz vont contribuer à la propagation du feu. La nature des matériaux combustibles peut permettre de prévoir les caractéristiques des principaux gaz de combustion.

Les principaux gaz susceptibles de se dégager sont :

CO : oxyde de carbone très toxique, mortel à 0,3 % dans l'air ; provoque des réactions irréversibles sur le sang. Sa formation est particulièrement importante dans les feux couvrants, par manque d'oxygène.

CO₂ : dioxyde de carbone, n'est pas toxique, mais n'entretient pas la vie.

HCL : gaz chlorhydrique toxique produit par la combustion des PVC (polychlorures de vinyle), des matériaux ignifugés. Il est irritant et donc détecté rapidement par l'odorat. Très soluble dans l'eau, il pollue les eaux d'extinction.

NO_x : divers gaz formés par la combustion des composés azotés . [11]

I.6.8.2 Fumées

Les fumées présentent plusieurs types de dangers qui agissent directement sur la sécurité des personnes et des biens : leur opacité, leur toxicité, leur température et leur corrosivité . En raison de leur faible masse volumique, les fumées chaudes ayant tendance à s'élever, le salut se trouve, dans la plupart des cas, près du sol, là où les températures sont les plus basses et l'air le moins toxique et le plus riche en oxygène.

I.6.8.3 Autres dangers de feu

Opacité : Le manque de visibilité

Corrosivité : Certains imbrûlés gazeux acides (HCl, H₂SO₄ par exemple) représentent un danger aussi bien pour l'organisme que pour les éléments du bâtiment ou les biens, situés dans le local (structures métalliques, composants électroniques ...).



Figure. I.10 : Les dangers de la fumée et de la propagation rapide du feu

I.6.9 Modes de propagation de feu

Il y a 3 modes principaux :

∇ Rayonnement :

lorsqu'un feu a pris naissance par la réunion en milieu comburant, d'un combustible et d'une source de chaleur, la combustion produit de la chaleur, des gaz et de la fumée et le feu tend à se propager ; la

chaleur, souvent considérable, dégagée par le foyer, peut communiquer le feu à tout combustible qui se trouve à proximité : c'est la propagation par rayonnement.

∇ Conduction :

Suffisamment chauffés par le foyer initial, des matériaux bons conducteurs de la chaleur (métal en particulier) peuvent à leur tour échauffer suffisamment des matières combustibles, même placées à distance (exemple du tuyau de chauffage propageant le feu de l'autre côté d'un mur) : c'est la propagation par conduction.

∇ Convection :

Les gaz émis lors d'une combustion sont chauds. ces gaz chauds qui sont répandus, soit à des niveaux supérieurs, soit à d'autres locaux contigus, peuvent, à leur tour, s'enflammer ou enflammer des matières combustibles : c'est la propagation par convection .

- La propagation du feu peut se faire aussi :

Par projection de matières combustibles enflammées après éboulement, explosion, flammèches portées par le vent, étincelles, etc.

Par écoulement accidentel de liquide inflammable sur le sol ou par des caniveaux, des égouts, etc. [11]

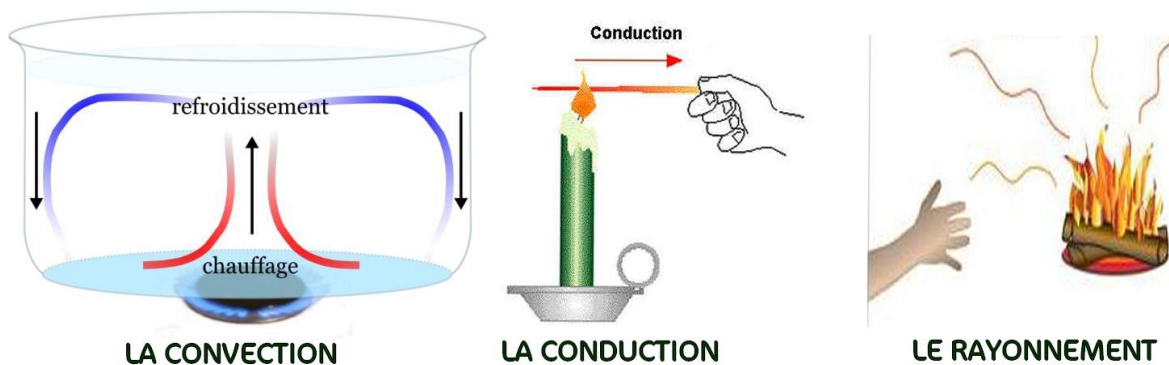


Figure. I.11 : Modes de propagation de feu

I.7 Les moyens de lutte contre incendie

La lutte contre l'incendie consiste à priver le feu d'un des éléments suivants essentiels à son maintien et faisant parti du triangle du feu : Le combustible , le comburant , la chaleur. [11]

I.7.1 Les extincteurs

I.7.1.1 Définition

Un extincteur portatif est un dispositif de lutte contre l'incendie destiné à éteindre un début d'incendie. Il contient un agent extincteur qui peut être projeté sur un feu par l'action d'une pression interne.

- A. Cylindre
- B. Poignée
- C. Tuyau
- D. Agent extincteur
- E. Étiquette

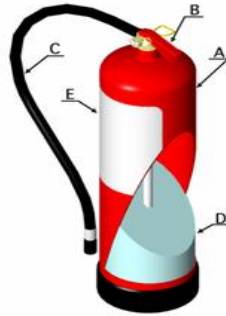


Figure. I.12 : Les différentes parties de l'extincteur

I.7.1.2 Agents d'extinction

Les différents types d'agents extincteurs sont utilisés avec des extincteurs :

∇ l'eau et l'eau pulvérisée :

Le plus utilisé, le moins cher, un des plus efficaces. L'eau pulvérisée agit par privation d'oxygène (étouffement) et refroidissement. Elle permet également la protection de l'agent vis à vis de l'intensité du rayonnement du foyer en créant un "écran" protecteur.

∇ L'eau avec additif :

Les additifs sont des émulseurs c'est-à-dire des produits qui à faible concentration accroissent l'efficacité de l'eau en la rendant plus mouillante, plus pénétrante . Il forme une pellicule étanche à la surface du combustible (Ce film est imperméable et évite le risque de ré inflammation).

∇ Les poudres :

Les poudres sont des produits chimiques (bicarbonate de sodium, potassium, phosphate d'ammonium...). Elles agissent en tant "qu'inhibiteur de flamme.

Ces poudres n'assurant pas de pouvoir de refroidissement, leur action d'extinction doit être Complétée par le refroidissement au moyen d'eau pulvérisée.

∇ La mousse (liquide émulseur) :

Un liquide émulseur est un produit qui, dilué dans de l'eau en proportion convenable, permet d'obtenir par incorporation d'air ou de gaz, une mousse utilisable pour la lutte contre les incendies. La mousse agit par privation d'oxygène (étouffement) et refroidissement.

∇ Le CO₂ :

Il agit par privation d'oxygène (étouffement). En extincteur il est émis à l'état gazeux avec formation partielle de neige carbonique solide qui se transforme rapidement en gaz. Il est efficace sur des petits foyers et dans des espaces confinés. [11]

∇ Les halons :

Les halons sont des "hydrocarbures halogénés" : les atomes d'hydrogène H du méthane CH₄ ont été remplacés par des atomes de fluor F, de chlore Cl, ou de brome Br. Les plus utilisés sont : le halon 1211 (CF₂ClBr) pour les extincteurs et le halon 1301 (CF₃Br) en installation fixe. Ce sont des inhibiteurs de flammes.

∇ le sable, terre, couverture, etc.

I.7.1.3 Les types d'extincteur

∇ Les extincteurs à eau :

L'eau est le principal moyen d'extinction utilisé contre le feu. Elle absorbe la chaleur dégagée par les matériaux en combustion en faisant diminuer par là même la température du feu. La division de l'eau en une infinité de gouttelettes favorise sa vaporisation et assure le meilleur refroidissement possible du foyer pour une quantité minimum d'eau projetée. L'eau projetée en jet plein "ou bâton" au moyen d'une lance d'incendie produit un effet mécanique qui favorise sa pénétration dans le foyer et la dispersion des matériaux. Utilisée en l'état, l'eau est préconisée pour les feux de classe A.

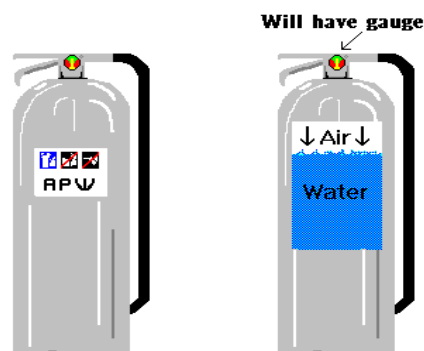


Figure. I.13 : Les extincteurs à eau

∇ Les extincteurs à eau avec un additif :

Les additifs sont des émulseurs agissent par étouffement en formant un tapis par-dessus les matières en feu. Ce sont les seules extinctrices capables d'éteindre le plus proprement possible et sans risque de ré-inflammation les feux de liquides. De plus les mousses ont un effet destructeur sur les carburants et en abaissent la température en dessous du seuil d'inflammabilité.

Les extincteurs à mousse sont sensibles à la rouille et ont une durée de vie de maximum 20 ans malgré l'adjonction d'anti-rouille. Cela est surtout dû au choix de matériaux répondant à des impératifs commerciaux.

Les extincteurs à eau, et surtout à mousse, sont considérés comme lents en comparaison des extincteurs à poudre. Leur utilisation devrait donc se limiter de préférence à l'intérieur de lieux munis d'un Système de Détection Incendie. [11]

▽ Les extincteurs à CO₂/ neige carbonique :

Les extincteurs à CO₂ agissent successivement de trois façons : ils soufflent la flamme, ils privent le feu d'oxygène car le CO₂ prend temporairement la place de l'oxygène, et refroidissent le combustible. Leur utilité réside en la possibilité de refroidir des appareils électriques en surchauffe, encore est-il nécessaire de prendre des précautions lors de l'extinction vis-à-vis des risques d'explosion des objets brutalement refroidis à cause de la température à laquelle la neige carbonique sort du tromblon de l'extincteur

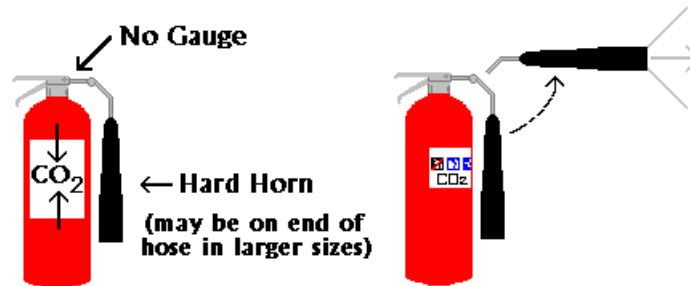


Figure. I.14 : Les extincteurs à CO₂

▽ Les extincteurs à Poudre :

Ce sont les extincteurs qui éteignent le feu le plus rapidement mais pas forcément d'une façon définitive. Sur les feux de solides il a formation d'une croûte tandis que sur les incendies de liquides les extincteurs agissent par catalyse négative empêchant la réaction entre l'oxygène et le combustible, malheureusement cette action est limitée dans le temps, de l'ordre de quelques minutes, après le liquide peut se ré-enflammer.

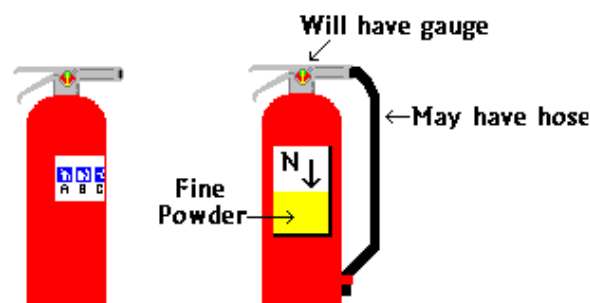


Figure. I.15 : Les extincteurs à Poudre

∇ Les extincteurs à Halon :

Il existait auparavant une catégorie, celle des extincteurs à halon qui est en voie de disparition. En effet ils sont interdits en Europe en raison de l'influence exercée par ceux-ci sur la couche d'ozone. Cette catégorie était bien plus efficace que les extincteurs à CO₂ car ils pouvaient être utilisés à une température bien plus élevée.

Ils étaient également très toxiques et bien plus asphyxiant que ceux au CO₂. [11]

I.7.1.4 Choix de l'agent extincteur

Le choix du type d'extincteur est en premier lieu défini par la classe de feu dominante dans la zone qui sera protégé par cet extincteur. Là où plusieurs classes de feu sont simultanément présentes, il faut choisir le type d'extincteur de façon à ce que toutes les classes de feu soient traitées.

Tableau I.3 : représente le choix de l'agent extincteur [11]

CLASSE	Nature de combustion	Agent	Mode d'action
A	Solide	*Eau pulvérisée *poudre	*refroidissement *étouffement
B	Liquide	*poudre *mousse *neige carbonique	*refroidissement *inhibition de la réaction
C	Gaz	*poudre *halons *CO ₂	*isolement par écran *étouffement
D	Métaux	*sable *poudre	*Ecran

I.7.2 Les R.I.A

Les Robinets d'Incendie Armés constituent des moyens de secours de première intervention. Ils sont implantés à l'intérieur des bâtiments, le plus près possible des risques à protéger. Le nombre et le choix de leurs emplacements doit être tels que toutes la surface des locaux puisse être atteinte (dans les locaux à risques importants, tout point de la surface doit pouvoir être atteint par au moins deux jets de lance).



Figure. I.16 : Les R.I.A

I.7.3 Les colonnes sèches

Les colonnes sèches doivent être installées dans les établissements dès lors que des locaux à risques importants sont aménagés dans les étages dont le plancher bas est à plus de 18 mètres du niveau de la voie accessible aux engins de secours. Elles sont mises en charge au moment de l'emploi par raccordement aux engins pompes des sapeurs-pompiers à l'aide de tuyaux simples.

I.7.4 Les colonnes humides

les colonnes humides peuvent être imposées dans certains établissements importants tels que les I.G.H.. Une colonne humide est une colonne remplie d'eau sous pression en permanence. Elle est alimentée à partir de réserve d'eau par les supprimeurs.

Le dispositif d'alimentation doit permettre d'assurer en permanence à l'un quelconque des niveaux, pendant le temps requis pour la stabilité au feu du bâtiment avec un minimum de 1 heure, un débit de 60 m³ / heure.

I.7.5 Les déversoirs et rideaux d'eau

Lacés en partie haute de certains locaux, les déversoirs ont pour but de noyer les locaux à fort potentiel calorifique où l'incendie est susceptible de se développer très rapidement. Ils sont alimentés soit par une canalisation faisant partie d'un R.I.A., soit par une canalisation exclusivement destinée à cet usage. La quantité minimale d'eau déversée est de 10 L / m² sur la totalité du plancher. Les rideaux d'eau peuvent être imposés pour améliorer la résistance au feu de certains éléments de construction mais ils ne peuvent en aucun cas remplacer un mur résistant au feu.

I.7.6 Les Sprinklers

L'appellation réglementaire est "installation fixe d'extinction automatique à eau". Une telle installation a pour but :

- ∇ de surveiller en permanence un risque (24 / 24 h) ;
- ∇ de déclencher une alarme en cas d'incendie ;
- ∇ d'éteindre ou de contenir un début d'incendie (attaque immédiate du foyer).

On trouve deux types de têtes de Sprinkler : avec fusible ou avec ampoule. Leur fonctionnement est identique. Dès la destruction, soit du fusible, soit de l'ampoule, par la montée en température, il s'en suit l'arrosage.

Pour ce qui est des têtes avec ampoule, cette dernière est remplie d'un liquide non connu et non inflammable qui se brise sous l'effet de la chaleur. Il s'en suit alors l'arrosage. Le liquide contenu dans l'ampoule a un coefficient de dilatation différent en fonction de la température de fonctionnement souhaitée. [11]

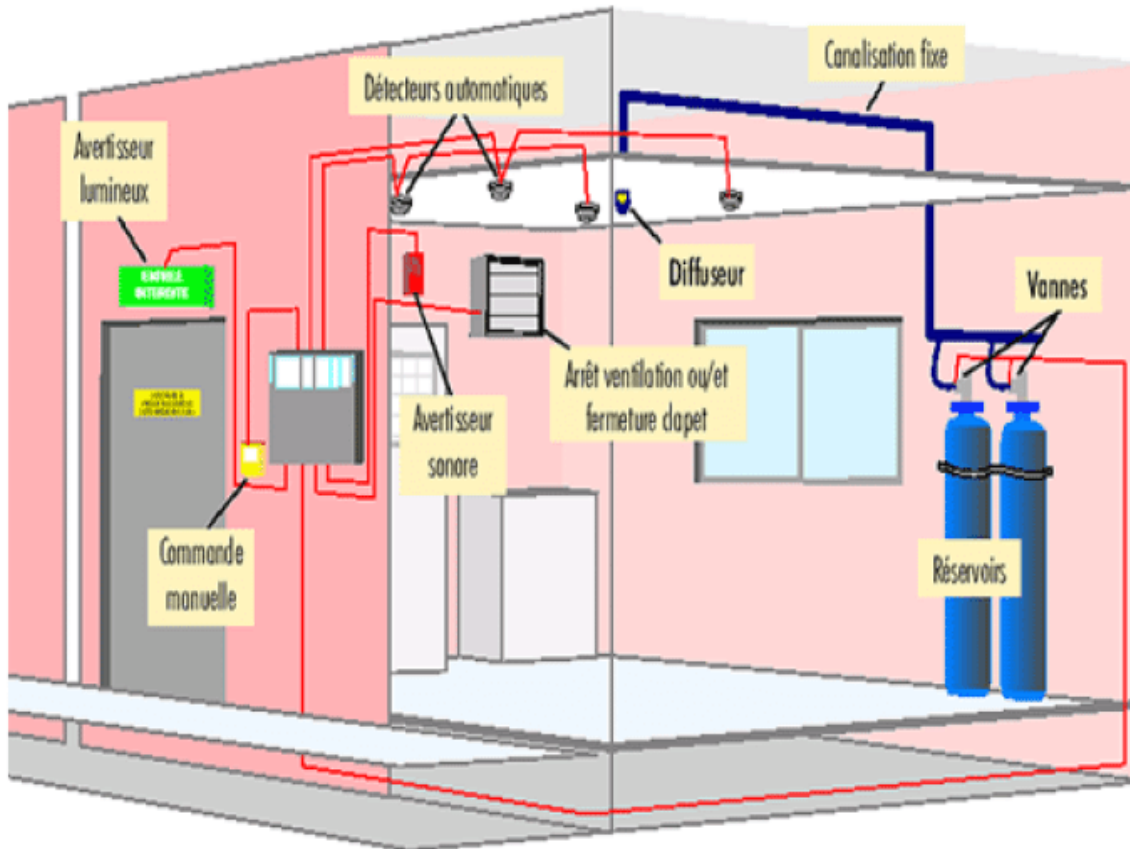


Figure. I.17 : Installations d'extinction automatique de type SPRINKLER

I.8. Conclusion

Il est nécessaire, pour les industries où le risque incendie est prédominant d'élaborer un système de prévention et d'intervention très efficace, pour ce faire il faut qu'il y ait en amont une analyse approfondie concernant ce risque.



CHAPITRE II

**Présentation de la méthode
HAZOP & logiciel ALOHA**

II.1 Introduction

La méthode HAZOP (HAZard and OPerabilitystudies) a été initialement développée par la Société « Imperial Chemical Industries » (ICI) en 1974 à destination essentielle de l'industrie chimique. Son utilisation est particulièrement recommandée dans le cadre de l'étude de tout nouveau projet d'implantation d'unités et/ou d'extension ou de remodelage d'installations existantes comme méthode d'analyse des risques. Elle nécessite la connaissance actualisée des schémas de circulation des fluides et/ou des schémas PID.

La méthode HAZOP, au départ spécifique aux besoins de l'industrie chimique, paraît applicable à tous les processus, dont la description exhaustive, précise et rigoureuse de leur fonctionnement est possible . [12]

II.2 La méthode « HAZOP »

II.2.1 Principe

La méthode de type HAZOP est dédiée à l'analyse des risques des systèmes thermo hydrauliques pour lesquels il est primordial de maîtriser des paramètres comme la pression, la température, le débit...

L'HAZOP suit une procédure assez semblable à celle proposée par l'AMDE. L'HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. De ce fait, elle est centrée sur l'installation à la différence de l'AMDE qui est centrée sur les composants. Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction : • de mots-clé comme par exemple « Pas de », « Plus de », « Moins de », « Trop de » • des paramètres associés au système étudié. Des paramètres couramment rencontrés concernent la température, la pression, le débit, la concentration, mais également le temps ou des opérations à effectuer. [12]

Mot-clé + Paramètre = Dérive

II.2.2 Objectif de la méthode

- Recherche systématique des causes possibles de dérive de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation
- Mise en évidence des principaux problèmes d'exploitation et d'entretien
- Etude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives
- Proposition des mesures correctives appropriées . [12]

II.2.3 Déroulement

Le déroulement d'une étude HAZOP est sensiblement similaire à celui d'une AMDE. Il convient pour mener l'analyse de suivre les étapes suivantes :

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

La démarche présentée ici est globalement cohérente avec la démarche présentée dans la norme CEI :61882 « Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) – Guide d'application ».

Notons de plus que, dans le domaine des risques accidentels, il est souvent nécessaire de procéder à une estimation de la criticité des dérives identifiées.

Enfin, comme le précise la norme CEI :61882, il est également possible de dérouler l'HAZOP, en envisageant en premier lieu un mot-clé puis de lui affecter systématiquement les paramètres identifiés.

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.

Un exemple de tableau pouvant être utilisé est présenté et commenté dans les paragraphes suivants :

Tableau II.1 : Exemple de tableau pour l'HAZOP

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

I.2.4 Définition des mots-clés

Les mots-clés, accolés aux paramètres importants pour le procédé, permettent de générer de manière systématique les dérives à considérer. La norme CEI : 61882 propose des exemples de mots-clés dont l'usage est particulièrement courant. Ces mots-clés sont repris dans le tableau ci-dessous, inspiré du Tableau 3 de la norme pré-citée. [12]

Tableau II.2 : Exemples de mots-clés pour l'HAZOP (norme CEI : 61882)

Type de Déviation	Mot-Guide	Exemples d'interprétation
Négative	Ne Pas Faire	Aucune partie de l'intention n'est remplie
Modification quantitative	Plus	Augmentation quantitative
	Moins	Diminution quantitative
Modification Quantitative	En Plus De	Présence d'impuretés – Exécution simultanée d'une autre opération/étape
	Partie De	Une partie seulement de l'intention est réalisée
Substitution	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 l'intention originale est obtenu
Temps	Plus Tot	Un événement se produit avant l'heure prévue
	Plus Tard	Un événement se produit après l'heure prévue
Ordre Séquence	Avant	Un événement se produit trop tôt dans une séquence
	Après	Un événement se produit trop tard dans une séquence

II.2.5 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 porte l'analyse sont :

- 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 ». [12]

II.2.6 Causes et conséquences de la dérive

De la même façon que pour une AMDE, le groupe de travail, une fois la dérive envisagée, doit identifier les causes de cette dérive, puis les conséquences potentielles de cette dérive. En pratique, il peut être difficile d'affecter à chaque mot clé (et dérive) une portion bien délimitée du système et en conséquence, l'examen des causes potentielles peuvent s'avérer, dans certains cas, complexe.

Afin de faciliter cette identification, il est utile de se référer à des listes guides telles que celle présentée en Annexe 3 à titre illustratif. [12]

II.2.7 Moyens de détection, sécurités existantes et propositions

La méthode HAZOP prévoit d'identifier pour chaque dérive les moyens accordés à sa détection et les barrières de sécurité prévues pour en réduire l'occurrence ou les effets. Si les mesures mises en place paraissent insuffisantes au regard du risque encouru, le groupe de travail peut proposer des améliorations en vue de pallier à ces problèmes ou du moins définir des actions à engager pour améliorer la sécurité quant à ces points précis. [12]

II.2.8 Limites et avantages

- L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo hydrauliques. Cette méthode présente tout comme L'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.
- En revanche, l'HAZOP permet difficilement d'analyser les événements 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. [12]

II.3 Logiciel « CAMEO - ALOHA »

II.3.1 Généralités et principaux modules

CAMEO - ALOHA est un logiciel utilisable pour des situations d'urgence. Il a été développé conjointement par les 2 entités américaines suivantes : l' "Environmental Protection Agency's Office of Emergency Prevention, Preparedness and Response" (EPA) et le "National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration" (NOAA).

Le logiciel se compose :

- du module CAMEO qui contient principalement des bases de données chimiques et toxicologiques,
- du module ALOHA ("Areal Locations of Hazardous Atmospheres") qui est un programme informatique permettant d'évaluer, dans des situations d'urgence, la dispersion atmosphérique, de composés rejetés dans des conditions accidentelles. Il prend en compte les propriétés toxicologiques et physiques des polluants, et les caractéristiques du site telles que les conditions atmosphériques et les conditions de rejets. Ce module comprend une bibliothèque de 700 substances chimiques¹ et permet un affichage graphique des résultats.
- et un programme de cartographie électronique appelé MARPLOT.

Ce logiciel fonctionne sur des ordinateurs équipés du système Microsoft Windows ou Apple Macintosh. [13]

II.3.2 Domaine de fonctionnement d'ALOHA

ALOHA utilise, suivant le type de polluant, deux modèles de dispersion atmosphérique : un modèle gaussien pour les gaz neutres au niveau de la suspension dans l'atmosphère, et un modèle de gaz lourd, basé sur le modèle DEGADIS 2.1 (Spicer, Tom and Jerry Havens, 1989) qui a été simplifié par souci de rapidité de calcul.

Ils supposent un terrain plat, sans réaction chimique, avec un terme source d'émission stationnaire. Leur avantage principal est le temps rapide de calcul.

Le module a été conçu afin :

- qu'il puisse être installé sur des ordinateurs portables,
- qu'il respecte des critères de convivialité et d'ergonomie indispensables aux situations d'urgence,
- que l'interface minimise les erreurs de l'utilisateur en vérifiant la cohérence physique des données d'entrée. [13]

Ce que fait ALOHA :

ALOHA permet la modélisation d'émissions à partir :

- de flaques en ébullition ou non,
- de réservoirs sous pression de gaz ou de liquide, de réservoirs liquides non pressurisés, de réservoirs contenant des gaz liquéfiés, de conduite de gaz sous pression.

ALOHA modélise la dispersion atmosphérique de gaz neutre, par un module basé sur l'approche gaussienne, et de gaz plus lourd que l'air au moyen d'un module de gaz dense. Il propose à l'utilisateur le choix entre les deux modules, et de définir lui même le module. Plus précisément les critères du logiciel sont la masse molaire du produit, la taille du rejet et la température du nuage.

Les principales limitations sont les suivantes :

- la topographie et la présence d'obstacles ne sont pas prises en compte,
- la dispersion de particules n'est pas modélisée,
- l'élévation des gaz chaud ou légers n'est pas pris en compte,
- certains des phénomènes qui se situent au niveau du point de rejet ou dans le champ proche ne sont pas pris en compte, tel les phénomènes de jets, par conséquent ALOHA n'affiche pas de résultats à des distances inférieures à 100 m,
- les rejets à partir de conduite liquide ne sont pas modélisés,
- les aérosols (ex. : lors de rejets d'ammoniac,...) ne sont pas modélisés par ALOHA, qui suppose leur évaporation immédiate aux abords de la fuite,

- ALOHA ne calcule pas la réactivité chimique, il avertit cependant l'utilisateur et décrit le type de réactions et les produits attendus,
- ALOHA peut calculer le terme source et la dispersion à partir de composés purs ou de solutions liquides mais ne modélise pas les mélanges gazeux,
- la réactivité chimique au sein d'un panache de fumées n'est pas modélisée. [13]

II .3.3 Entrées et sorties

II.3.3.1 Entrées

- localisation du site : coordonnées GPS (longitude, latitude, altitude)
- date et heure de l'accident
- produit chimique étudié (base de données)
- conditions atmosphériques : vitesse, direction du vent et hauteur à laquelle est faite la mesure, température de l'air, humidité relative de l'air, classe de stabilité, inversion de température, couverture nuageuse
- caractéristiques du rejet : rugosité du sol, état du rejet (produit enflammé ou non), pression et température en entrée de la canalisation
- caractéristiques du gazoduc : diamètre intérieur, longueur, type de surface intérieure de la canalisation [13]

II.3.3.2 Les sorties

Les sorties graphiques du logiciel sont constituées par :

- les évolutions temporelles de la valeur du débit (graphes 1D)
- les évolutions temporelles de la concentration et de la dose à un point donné (graphe 2D)
- la trace au sol de la concentration (graphe 2D) [13]

II.4. Conclusion

La méthode **HAZOP** est relativement facile à comprendre dans son principe. Toutefois la simplicité des principes de base de la méthode HAZOP ne doit pas masquer la rigueur nécessaire à sa mise en œuvre. Les mots-clefs ne constituent que la trame support du raisonnement, qui doit être impérativement étayé par de solides connaissances du procédé par les membres de l'équipe d'analyse.

Logiciel **ALOHA** offre un très bon niveau de robustesse, et de fiabilité, du point de vue de l'intégration des données d'entrée. Ceci représente un point fort dans le cadre d'une situation d'urgence.

Limiter les possibilités de l'utilisateur et le guider à l'aide d'une interface figée, présente l'avantage de diminuer les risques d'erreurs à tel point qu'aucune erreur ou problème de calcul n'ont été relevés lors de la réalisation des calculs.



CHAPITRE III

Présentation du complexe CP2K

III.1. Introduction

Afin de comprendre le travail et la nature de l'activation de ce complexe CP2K, nous avons divisé cette partie en trois parties :

- Présentation générale du complexe ;
- Moyens et systèmes de sécurité mis en place ;
- Composition du service de sécurité.

III.2. Présentation de l'unité CP2K

Le complexe CP2K est une unité de production de polyéthylène haute densité (PEHD) d'une capacité de 130 000 tonnes/an. Ainsi que la commercialisation de ce produit sur le marché local et international.

Le complexe CP2K a une population d'environ 160 personnes. Le complexe CP2K utilise des matières premières telles que :

- L'hexène importé par container a une capacité de stockage de 250m³ ;
- Ethylène du CP1K situé à proximité ;
- Isobutane du GLIK également situé à proximité, avec une capacité de stockage Isobutane Frais : 265m³ x 2 cigares, Isobutane Recyclé : 170m³ . [14]

III.3. Historique de l'unité

En 1988, ENIP et REPSOL décident d'inclure le projet HDPE dans le cadre de leur coopération, en 1989 le projet est inscrit sur la liste des projets prioritaires du gouvernement algérien et REPSOL confirme sa décision de participer à une société créée autour du projet HDPE . En mars 1990, un protocole d'accord a été signé entre l'ENIP et le REPSOL, après quoi le POLYMED Méditerranée a été créé en décembre de la même année. En avril 1991, un contrat a été signé pour réaliser le projet avec un consortium de trois entreprises espagnoles : INITEC, DRAGADOS, TECNICA REUNIDAS. La mise en place du financement espagnol a duré 4 ans de 1991 à 1995.

En 1995 reprise des travaux d'ingénierie, puis en 1996 ouverture du site. En 1997 lancement des travaux de génie civil et d'infrastructure. Et en 1998 début des travaux de démantèlement de l'usine.

En 2002 l'achèvement de la construction de l'usine en mars, suivi de la signature de la restructuration financière de POLYMED au niveau de la chefferie du gouvernement. Le 15 juin 2003 examen du dossier POLYMED par un conseil interministériel et accord du chef du gouvernement pour le plan restructuration financière de POLYMED, en 16janvier 2004 libération du financement SONATRACH pour le reste à réaliser et le démarrage de l'usine de POLYMED, en janvier 2011 ENIP est réintégré au groupe sonatrach à 100% sous forme d'une division pétrochimique (PEC) ainsi l'usine de POLYMED sous une nouvelle appellation(CP2K) . [14]

III.4 Implantation du CP2K

Le complexe CP2K est implanté à l'intérieur de la zone industrielle de Skikda, d'une superficie de 166800 m² 16,68 hectares dont 10% bâtis.

Le projet PEHD se trouve sur la cote à 06 km à l'est de la ville de Skikda et à une hauteur moyenne d'environ 06 m au-dessus de la mer.

La position géographique de l'unité à l'intérieur de la zone est déterminée comme suit:

- Au nord : La mer méditerranée.
- Au sud : La route principale de la zone industrielle EGZIK.
- A l'est : Unité de des salement et EGZIK.
- A l'ouest : Le complexe CP1K.

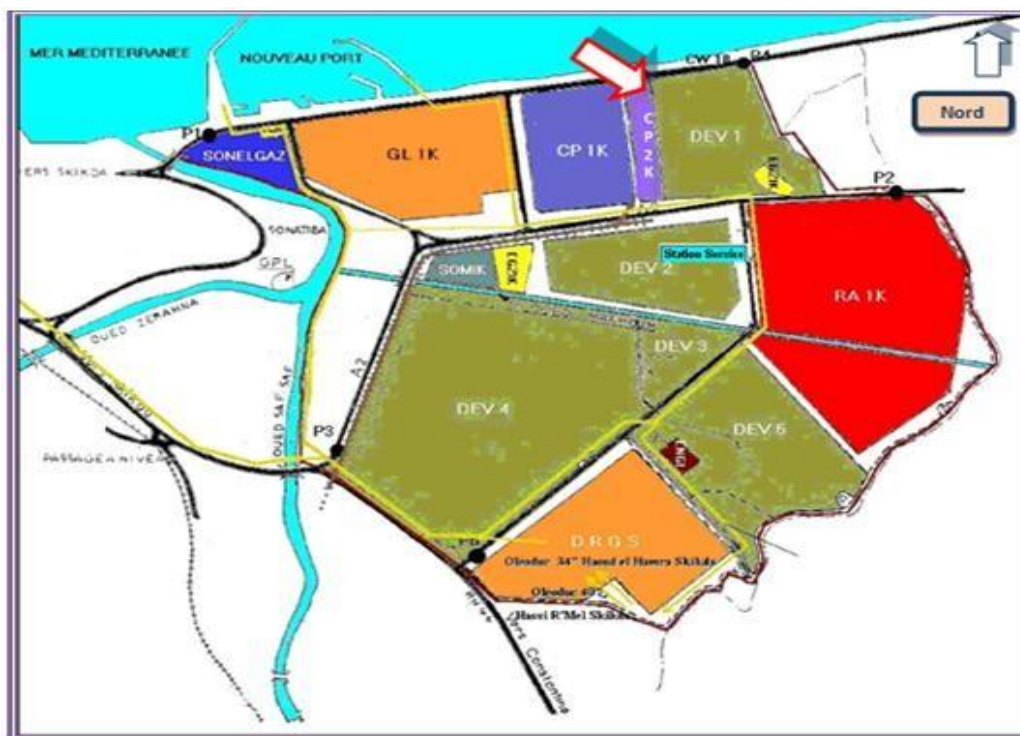


Figure III.1. Schéma d'occupation du sol du complexe CP2K [14]

III.5 Composition de complexe CP2K

Une Unité de production, Une Unité de production des utilités, et des installations générales auxiliaires.

-Unité de production : Section de préparation d'activation, Section de traitement de charge, Section de réaction, Section de granulation, Section de stockage et expédition.

-Utilités : Stockage d'eau dessalé, Installation de dénuméralisation de l'eau dessalé, Installation de production vapeur, Unité de production d'azote, Unité de production de l'air.

-Les installations générales et auxiliaires : Stockage d'hexène, Deux bacs de stockages, Magasin de produit chimique et catalyseur, Station de réception principale et sous station électrique, Salle

de contrôle, Laboratoire de contrôle de qualité et d'essai physique, Système de lutte anti-incendie, Système d'égout et traitement des effluents, Réseau d'eau potable, Bâtiments (direction et administration), Sécurité, Infirmerie, Parking, Post de surveillance, Magasin de stockage de produit fini est d'une superficie de 18 000 m² soit une capacité de 12000 tonnes.

III.6 Découpage du complexe

Tableau III.1 Les 04 principales zones du complexe

ZONE OFF SITE	ZONE HUMIDE	ZONE SECHE	ZONE BATIMENT
<ul style="list-style-type: none"> * Les utilités (chaudière, air azote, eau dessalée, eau Anti-incendie, eau potable, et détente de gaz) ; * Torche, Stockage isobutane et hexéne; * Traitement des eaux usées; * Activation catalyseur. 	<ul style="list-style-type: none"> *Traiteurs; *Réacteur; * Compresseur ; *Capacité . 	<ul style="list-style-type: none"> *Extrudeuse ; *Soufflantes ; *Silos de stockage du produit finis (poudre et granulé) ; * Ensachage 	<ul style="list-style-type: none"> *Bloc administration et direction ; *Cantine et vestiaires ; *Bloc sécurité et infirmerie ; *Magasin pièces de rechange ; *ateliers et bloc technique, Sous station haute et basse tensions ; *Salle de contrôle procès et laboratoire.

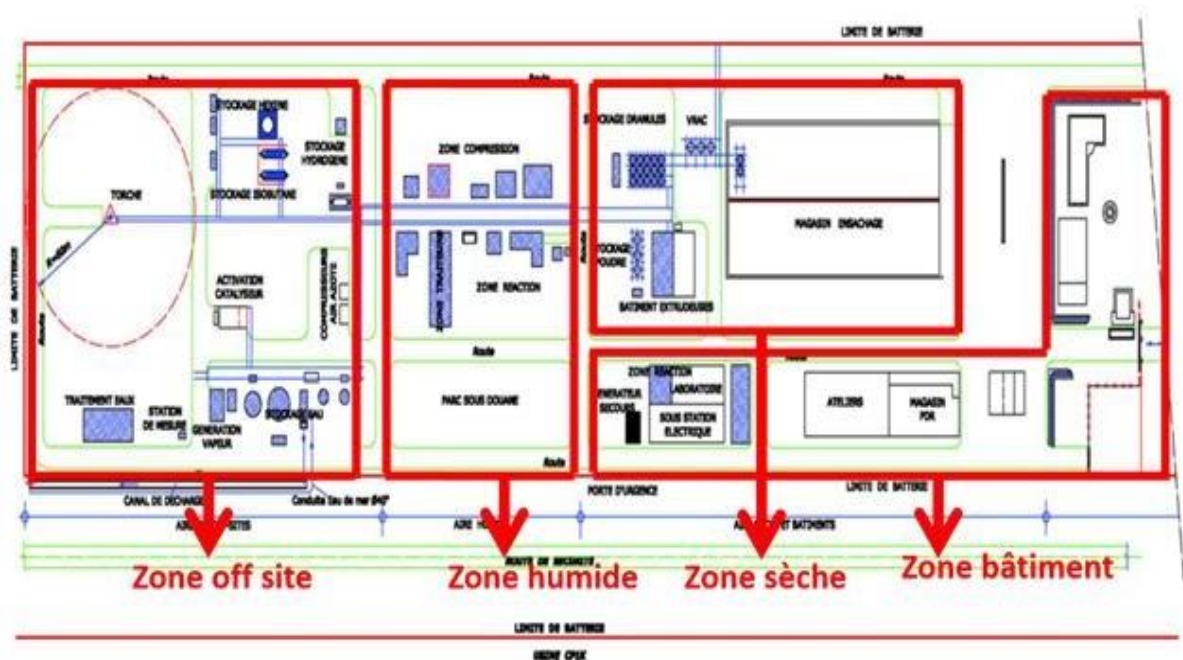


Figure III.2. Découpage du complexe CP2K

III.7 Les principales installations du complexe

Les principales installations présentées dans l'usine sont:

Unité de préparation et de traitement des matières premières.

Réacteur où se déroulent la polymérisation et l'obtention du PEHD en poudre.

Extrudeuse qui transforme la poudre en granulés.

Stockage intermédiaire (Capacité 3500 Tonnes).

Unité de conditionnement . [14]



Figure III.3. Photo représente les principales installations de l'unité CP2K

III.8 Organigramme de l'unité CP2K

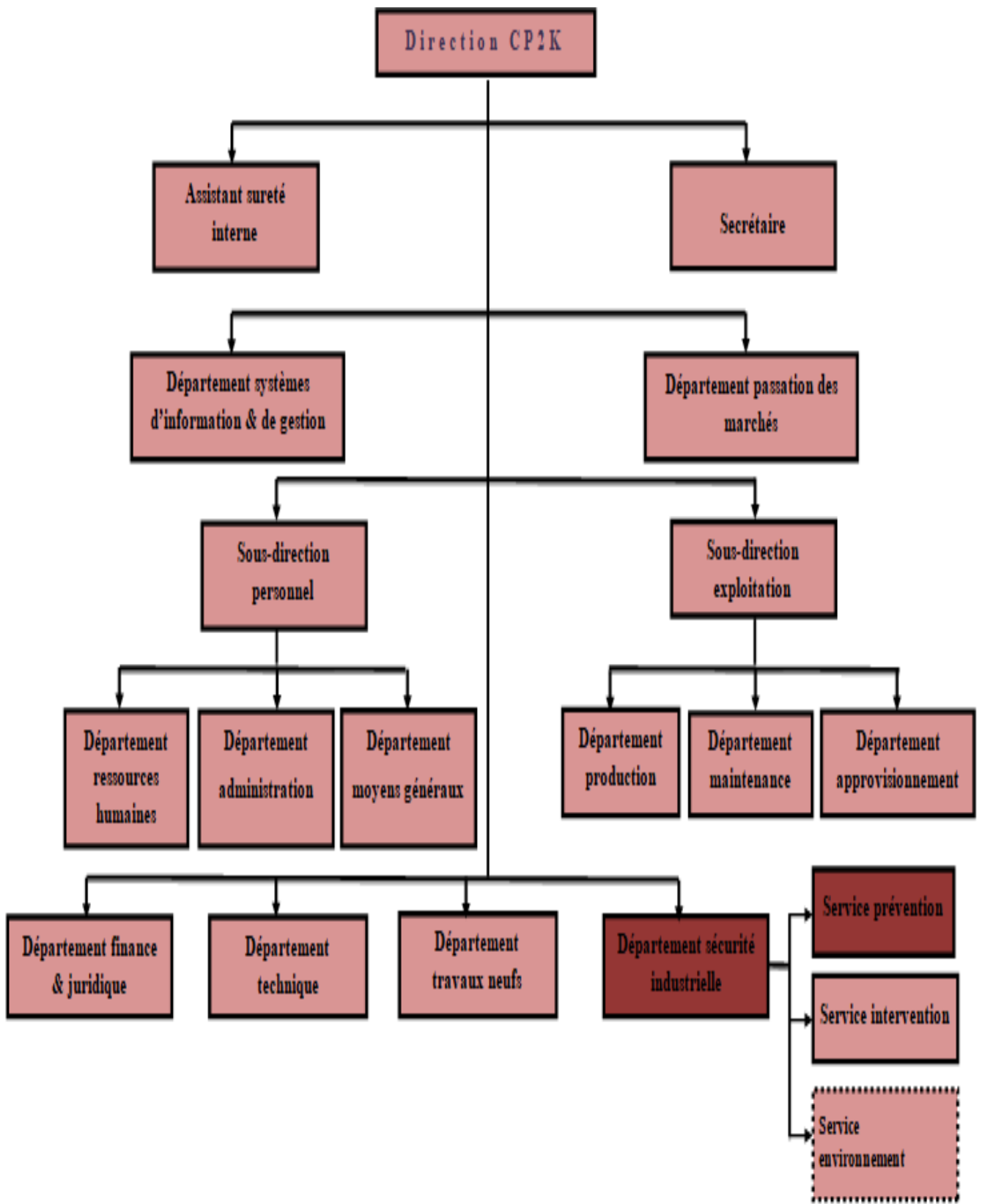


Figure III.4 Schéma montre l'organigramme d'unité CP2K [14]

III.9 Produit de l'unité PEHD

Le polyéthylène haute densité ou PEHD (en anglais HDPE) : est une polyoléfine issues de la polymérisation de l'éthylène, de densité ($0,95 \text{ g/cm}^3 < r < 0,97 \text{ g/cm}^3$) et à conditions de température et de pression déterminé.

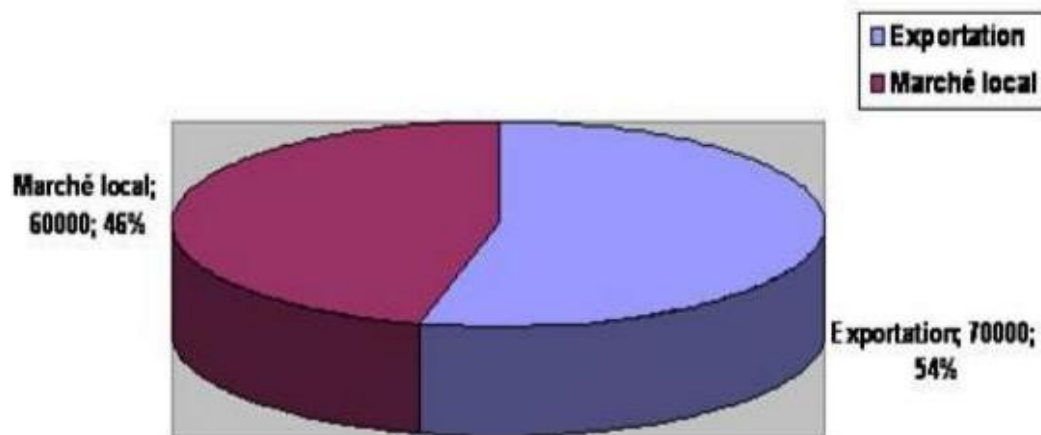


Figure III.5 Produit de l'unité PEHD

III.9.1 Utilisation du PEHD

PIPE : Grade TR 402 (Tube Eau), Grade TR 418 (Tube Gaz)

Soufflage : Grade PEHD 5502 (des bouteilles de petite et grande taille).

Film: Grade PEHD TR 140 & TR 144 (Usage Général toute sacherie).

Injection : Grade PEHD 6080 (Palette, caisse, bidon, bouchon, casier, articles de ménage).

Agriculture : Film. Filet de pêche, Pipe d'irrigation, Cageots .

Emballage : Alimentaire (bidons d'huile), Cosmétique, Produits d'entretien .

Industrie : Pipe gaz naturel et eau, Pièces techniques et automobile, Conteneurs . [14]

III.10 Matériel de lutte contre incendie

III.10.1 Réseau d'eau anti-incendie

III.10.1.1 Collecteur d'eau anti incendie

Un collecteur permet la distribution d'eau à son réseau contre-incendies. Ce collecteur reçoit de l'eau à partir de :

- **Réservoir d'eau anti-incendie 950-443**, En opération normale, à travers les Pompes anti-incendie.
- **Réservoir d'eau dessalée 950-440**, l'ouverture de la vanne manuelle située au fond du dépôt, permet l'alimenter du réseau contre-incendie en eau.

- **Ligne d'eau de mer provenant du réseau du Complexe CP1K**, troisième alternative pour l'alimentation d'eau anti-incendie, qui, moyennant la vanne YV- 42014, fournit de l'eau au collecteur d'eau contre-incendies de l'Usine, dans le cas où la demande du réseau contre-incendies l'exigerait. La vanne YV-42014 sera ouverte manuellement moyennant bouton-poussoir surplace.

La pression normale dans le réseau, de 12 kg/cm², est indiquée sur DCS par le PI-46066 et au moyen du PR-46066 elle est enregistrée sur le panneau de la pompe 670-446A.

On a prévu dans le collecteur, une soupape de sécurité tarée à 15,6 kg/cm², identifiée par l'item PSV-46100 [15].

Tableau III.2 : paramètre de Bac de stockage d'eau anti incendie 9550-443

ITEM	950-443	
Toit	Dôme	
Capacité géométrique	3490m ³	
Capacité de stockage	3400m ³	
Diamètre	15.5m	
Hauteur	18.5m	
Température de calcul	65C°	
Pression de calcul	ATM	
Equipements liés au bac		
Instrumentation et Signalisation		Sonde de niveau locale Indication locale de niveau : LI-45037

III.10.1.2 Pompe du réseau d'eau anti-incendie

- **Pompe jockey** : elle a pour le maintien de la pression à 12 kg/cm² au niveau du réseau eau anti incendie.
- **Motopompes** : Nous disposons de 02 pompes électriques avec un débit de 700 m³/heure à une pression de 13 kg/ cm² avec un système de démarrage automatique.

Les deux pompes sont connectées au réseau électrique préférentiel alimentées par le générateur électrique de secours.

- **Pompe diesel** : Entraînée par un moteur diesel avec un débit de 1500m³/heure à 13 bars avec un système démarrage en manuel et en automatique.
- **Séquence de démarrage** :

Le réseau est maintenu sous pression par la pompe Jockey à P_j = 12 bars (débit d'environ 30m³/h) ;

PSL1 taré à 9 kg/cm²g. La pompe principale A démarré ;

PSL2 taré à 8 kg/cm²g. La pompe principale B démarre;

PSL3 taré à 7 kg/cm²g. La pompe [14].



Figure III.6 Pompe du réseau d'eau anti-incendie

III.10.1.3 Réseau d'eau anti incendie

Canalisation souterraine annulaire de capacité 1200 m³, conçu en fer carbone est protégé contre la corrosion et l'agressivité du milieu par l'enrobage en bitume et à par la protection cathodique [15].

III.10.2 Equipements de connexion sur le réseau d'eau anti incendie

III.10.2.1 Système déluge

« Système déluge et pré-action » et un de type « système sous eau »

Ce sont destinées à la protection de dangers spéciaux lorsque des feux à développement rapide et intense sont à craindre, en particulier où il est nécessaire d'arroser une zone déterminée dans laquelle le feu peut s'étendre dès l'origine.

Installation dont le réseau d'extinction est équipée de sprinklers ouverts ou de buses spéciales.



Figure III.7 : Système déluge

III.10.2.2 Système à eau type sprinkler

Toutes les tuyauteries sont remplies, en permanence, d'eau sous pression. Lorsqu'une ou plusieurs têtes entrent en action, l'eau est immédiatement projetée sur le feu et continue de couler jusqu'à la fermeture de la vanne de barrage à l'origine [15].

III.10.3 Poste de distribution et d'injection

Hydrant : sur ses raccord, les pompiers pourront connecter des tuyaux, établir des lance à eau, connecter un certain nombre d'équipement d'attaque du feu.

Hydrant moniteur : Assurer une double fonction, ce duo hydrant et du moniteur.

Moniteur : des postes fixes installés pour protéger des équipements plus que pour l'attaque du feu.

RIA : est un équipement de premier secours alimenté en eau, Pour la lutte contre le feu [15].



Figure III.8: les Postes de distributions et d'injection

III.10.4 Système d'extinction a poudre

Ce système est installé au niveau de la section de dilution du Co-catalyseur TEA (tri-éthyle d'aluminium) car le mélange est pyrophorique (très inflammable) à une concentration supérieure à 12% dans l'air.

III.10.5 Système d'extinction à CO2

Ce système est installé au niveau des sous stations électriques N°1 et N°2 et ce afin de protéger les installations contre les incendies survenues par la suite:

- Des courts circuits ;
- Des défaillances matérielles ;
- Des surcharges électriques.



Figure III.9 : Système d'extinction à CO2

III.11 Système de détection incendie SDI

SYSTEM DEF (Détection Electronique Française DEF) : systèmes de sécurité incendie Un système de détection incendie a pour objectif de déceler et de signaler le plus tôt possible les prémices d'un incendie. Dans cette optique, il permet de réduire le délai de mise en œuvre des mesures de lutte contre l'incendie et d'en limiter ainsi l'impact. Elle compose de :

- Un tableau ALTAIR principal installé à la salle De veille sécurité ;
- 07 tableaux secondaires installés au niveau de différents bâtiments ;
- 378 détecteurs installés aux différents bâtiments [15].

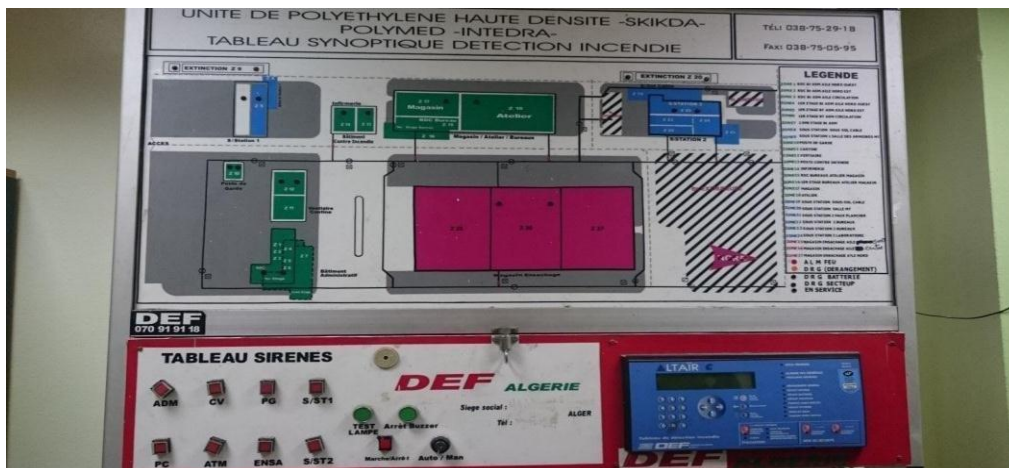


Figure III.10 ALTAIR principal tableau synoptique détection incendie



Figure III.11 Tableau de répétition ALTRA

Tableau de répétition associable au tableau de signalisation ALTAIR destiné à réaliser des reports d'informations de quatre types : alarmes, pré alarmes, dérangement, hors service.

Seules les zones programmées par l'installateur sont traitées par ALTRA [15].

III.12 Détecteurs automatique/Déclencheurs

III.12.1 Détecteurs de la fumée

Le VIA : Il utilise la variation du courant électrique dans une atmosphère ionisée, principe le mieux adapté à la détection des feux ouverts.

Le système DEF au niveau des deux s/stations électriques il y'a doublé détection au niveau d'armoires électriques et qui se compose de :

- Un détecteur VIA (thermovélocymétrie) ;
- Un détecteur VOA (optique).
- des déclencheurs manuels :
 - 03 déclencheurs au s/station01 ;
 - 15 déclencheurs au s/station02.

* Xeno flash (gyrophare)

*Des sirènes

*System IMES

Les pulsateurs : ce sont des boutons poussoirs réparties à travers l'unité reliés à la salle contrôle procès.

Les détecteurs IMES :

- Détecteurs de flamme (infrarouge) ;
- Détecteurs ioniques ;
- Détecteurs thermiques ;
- Détecteurs de gaz.
- Tableau IMES signal:
- Zone 1 feu et dérangement ;
- Défaut ;
- Défaut chargeur.
- Tableau semi-automatique pour système déluge trouvé ;
- Sirènes [3].

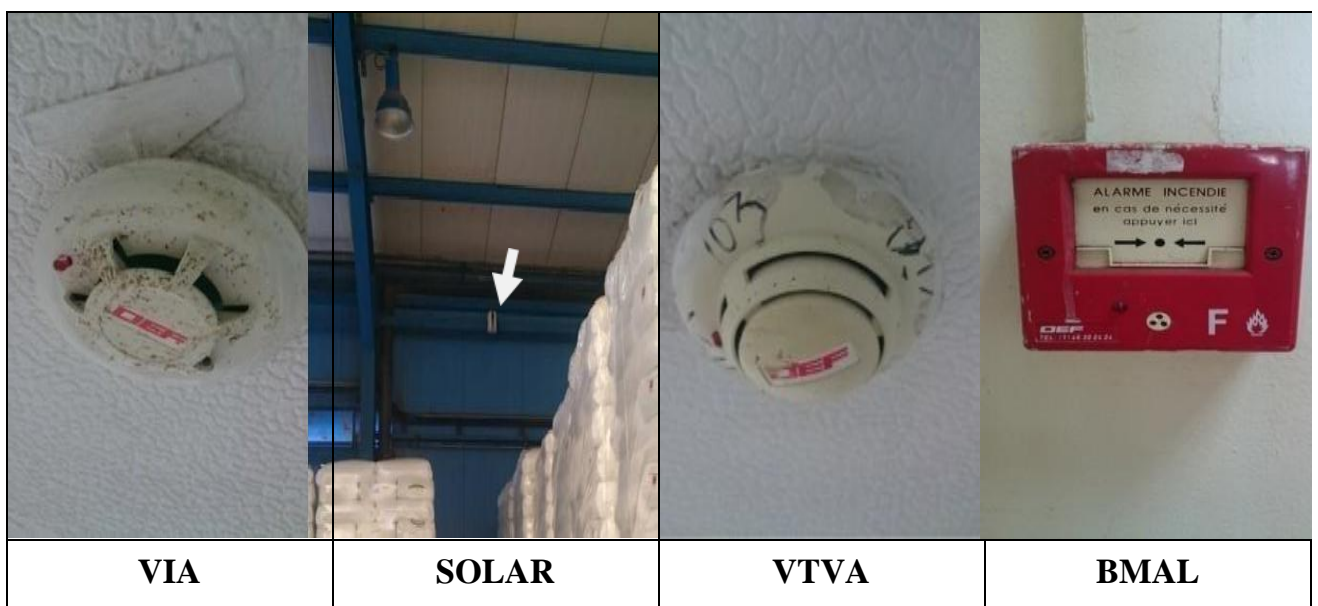


Figure III.12 : Détecteurs automatique/Déclencheurs

III.13 Les soupapes de sécurité

Le rôle des soupapes de sécurité est de créer un point faible prédéterminé dans une installation afin d'éviter la surcharge survenant pendant le fonctionnement [17].

Les soupapes de sécurité sont de plusieurs types à savoir :

- Soupapes à clapet (ou à ressort) ;
- Soupapes à bill ;
- Soupapes à évent.

L'utilisation de ces soupapes de sécurité diffère d'un produit à l'autre, c'est-à-dire suivant les services auxquels elle s'applique.

Pour leurs fonctions, elles varient selon les paramètres suivants :

- Dimension des équipements ;
- Pression de tarage ;
- Surpression et contre pression ;
- La section de passage de la soupape.

III.14 Les moyens mobiles d'intervention

III.14.1 Extincteurs

ce sont des appareils de lutte contre incendie qui permettent la maîtrise d'un début de feu, pour cela plusieurs types d'extincteurs ont diffusés sur les différentes zones du site (unité, bâtiments, atelier, sous stations électrique) [16].

Tableau III.3 : le type et le paramètre d'extincteurs

	Poudre ABC	CO2	Eau
Tractable	50 kg	10/20 kg	/
Portable	12/9 /6 kg	5kg	9



Figure III.13 : les moyens mobiles d'intervention

III.14.2 Véhicule d'intervention et leurs accessoires

Tableau III.4 : les Véhicule d'intervention

<p align="center">Camion mixte SIDES</p>	<p>pompe à eau: Centrifuge 450 m³/h (7500 l/mn) à 12 bars Entraînée depuis le moteur du véhicule Amorçage autonome pour une HGA 7.5 m Débit nominal 5400l/min à 8bar</p> <p>Pompe à eau: volumétrique à engrenage 30 m³/h à 18 bars</p> <p>Réservoirs: Citerne d'eau : 6000 L Citerne émulseur : 8000 L</p> <p>Lance moniteur: 7500l/min à 8 bars Portée mousse : 70 m à 8 bars Portée eau : 80 m à 8 bars</p> <p>Dévidoir de secours: semi rigide 60 m Lance à jet variable (200 l/mn)</p>
	<p>Camion mixte RENAULT</p> <p>Pompe: Centrifuge Amorçage par anneau d'eau Débit nominal 5400l/min à 8 bar</p> <p>Réservoirs : Citerne d'eau : 6000 L Citerne émulseur : 2000 L</p> <p>Lance moniteur: 1600l/min à 8 bar Portée min: 80 m à 8 bars</p>
	<p>Camion poudre RENAULT</p> <p>Réservoirs : 2000 kilogrammes poudre</p>
	

Ambulance MARCEDES

(médicalisées et sanitaires)

Quelques accessoires

Lance

Tuyau

Division

Réduction

Extincteur / ARI

Couverture anti-feu

Tenue d'approche

Échelle



Le service est doté en plus, une voiture 4*4 double cabinet et un groupe électrogène avec grue d'éclairage d'une puissance de 22.17 KVA [16].

III.14.3 Moyens de communication et d'alerte

Talkie –Walkie : pour les responsables de la sécurité, les techniciens d'intervention et les postes de garde.

Bouton poussoirs : répartis à travers l'unité, locaux et prochainement au niveau des guérites.

Généphone : plusieurs généphone installé au sein de l'unité.

Téléphone au niveau de tous les bureaux, du site de l'unité et prochainement au niveau des guérites.



Figure III.14 : les moyens de communication et d'alerte

III.15 Fonction de la sécurité

La fonction sécurité (intervention, prévention et environnement) a pour mission de fournir à la hiérarchie un organe de contrôle et les moyens de soutenir les activités d'exploitation et de gestion dans un climat de quiétude.

La supervision est dévolue aux ingénieurs, inspecteurs, contremaîtres, chefs d'équipe [16].

III.15.1 Les services HSE

III.15.1.1 Service Prévention

Le service prévention comme l'indiquer son nom est mis en place pour prévenir et empêcher la survenance des risques par l'analyse des sources de dangers afin de l'éliminer par différentes solutions parmi eux :

Prendre les mesures préventives organisationnelles techniques et technologiques ;

La mise en place d'un dispositif de moyens matériels et humains conséquents ;

L'application des procédures en vigueur.

Quelques missions de service prévention sont :

La mise à la disposition aux travailleurs un climat de travail sain et sûr par l'orientation et l'information des travailleurs contre les risques liés aux leur tâches et postes de travail ;

L'application des procédures de travail exigé par le groupe SONATRACH ;

Identifier les dangers sur les différents permis de travail pour assurer la sécurité des personnels et des équipements ;

Auditer les permis et les systèmes sécurité dont le but d'extraire les imperfections et les points critiques pour les améliorer ;

Induction des visiteurs, apprentis et stagiaires sur les risques et les dangers qui peuvent rencontrer dans l'unité et comment réagir avec eux ;

Prévenir et empêcher la survenance des accidents et les maladies professionnelles par l'application des procédures en vigueur ;

Préparer les dossiers techniques pour l'acquisition des équipements de sécurité ;

Inspecter les lieux de travail et faire les rondes quotidiens autour les différentes zones décomplexe ;

Assister les exercices de simulation et rédiger les rapports des incidents/accidents ;

Faire les bilans mensuel et annuel de l'activité HSE de l'entreprise en matière de calcul des accidents de travail et les incidents survenant dans chaque mois et le calcul des permis de travail élaboré mensuellement ;

Elaboration des plans de prévention des entreprises sous-traitées par le complexe [4].

III.15.1.2 Service environnement

occupé par un ingénieur de sécurité.

III.15.1.3 Service intervention

Procédures liées au service d'intervention :

La sous fonction intervention a pour mission d'intervenir avec les moyens appropriés en cas de sinistre ou d'accident .

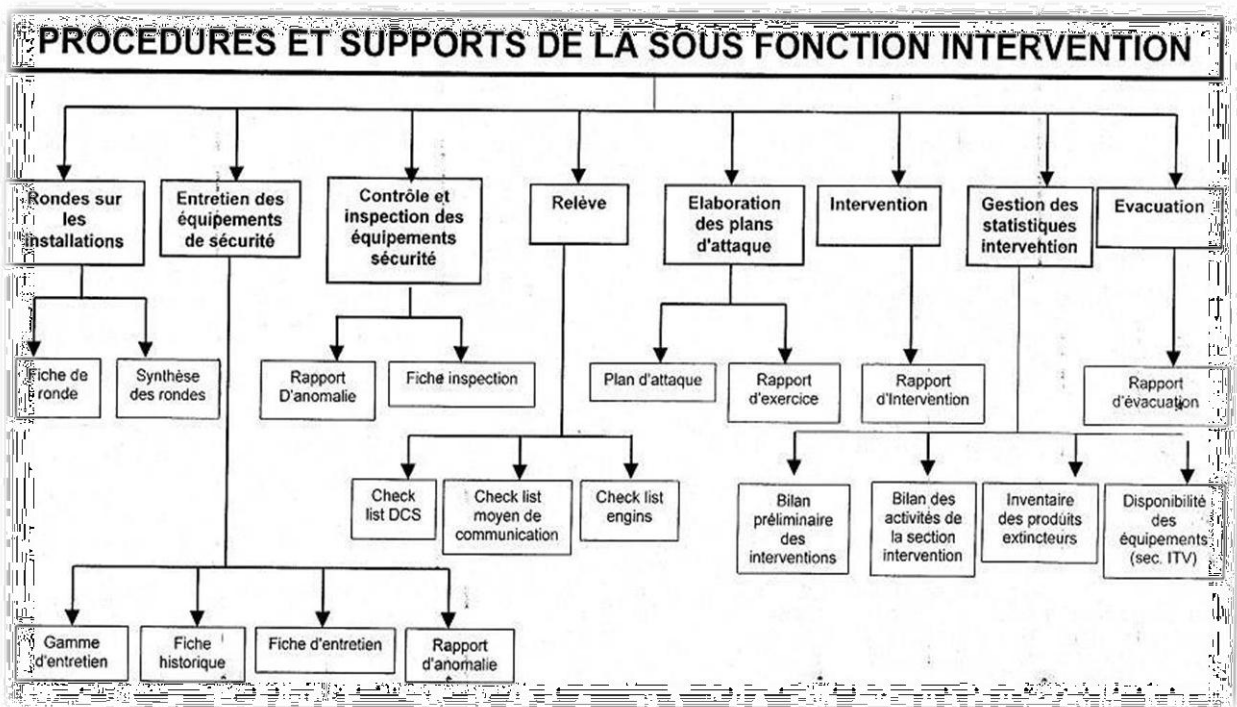


Figure III.15 : Procédures et supports de la sous fonction intervention

Ronde sur les installations : Assurer la surveillance et le contrôle des Installations de sécurité et de production.

Entretien des équipements de sécurité : Assurer la disponibilité et la fiabilité Des équipements de sécurité.

Contrôle et inspection des équipements de sécurité : s'assurer de la Disponibilité permanente des équipements de sécurité.

Relève : Passation de consignes et transfert des responsabilités de sécurité.

Elaboration des plans d'attaque : Préparation méthodique d'intervention sur des équipements stratégiques ou des dangers particuliers.

Intervention : Systématiser les actions des équipes d'intervention en Cas d'incident.

Gestion des statistiques interventions : Etablir mensuellement le bilan des activités du service intervention et les analyser pour dégager les indicateurs de disponibilité, de performance et les mesures d'amélioration.

Evacuation : Définir les actions à mettre en œuvre en cas d'évacuation [16].

III.16 Conclusion

La description du complexe CP2K montre que malgré sa taille limitée il regroupe un nombre d'équipements important et par conséquent la présente des risques majeurs qui peuvent altérer la santé des travailleurs, la sécurité du matériel et la qualité de l'environnement.

A decorative scroll frame with a black outline and rounded corners. The top-left and top-right corners feature a scroll-like curl. The text is centered within the frame.

CHAPITRE IV

**Application de la méthode
HAZOP & logiciel ALOHA**

IV.1 Introduction

Pour une meilleure étude du système il faut appliquer deux genres d'analyse, l'une est fonctionnel, et l'autre dysfonctionnelle.

Ce chapitre est consacré à l'application de la méthode HAZOP, et le logiciel ALOHA afin d'établir une analyse dysfonctionnelle, et de déterminer les différentes déviations qui peuvent être détecter au niveau du cigares de stockage, et les conséquences qui en résultent .

IV.2 Présentation du cas d'étude

IV.2.1 Le réservoir de stockage d'isobutane frais

Les Réservoir de stockage d'isobutane frais, 950-462A/Bayant un diamètre interne de 4200mm et une longueur entre tangentes de 17600mm, ont une capacité de 265,55m³de type ballon cylindriques horizontaux.

Ces récipients, en acier au carbone, ont une pression et une température de design respectivement de 8,8kg/cm²g et 60°C. Le fond du réservoir, à l'une de ses extrémités, est composé d'un téton de décantation de 305 mm d diamètre interne et de 762mm de hauteur pour recueillir l'eau.

L'isobutane frais entre dans les dépôts à travers un tube de distribution avec fenêtres qui s'abaisse jusqu'à 150mm de la génératrice inférieure de l'équipement. A la sortie de l'isobutane, on dispose d'un brise-tourbillon [14].



Figure IV.1: Les cigares de stockage d'isobutane [14]

L'isobutane frais est transféré à la colonne de dégazage d'isobutane frais, 950-121(PB-B1009) moyennant les pompes d'alimentation d'isobutane frais au dégazage, 670-461A/B (PB-B1009).

La décharge des réservoirs 950-462 A/B est réalisée moyennant le control et actionnement manuel ; du site, on ouvre et ferme les vannes de vidange correspondantes YV-42004 ou YV42006, au fur et à mesure qu'on enverra au dégazage l'isobutane provenant d'un réservoir ou d'un autre, 950-462 A ou 950-462 B.

Une fois les vannes placées dans leur position correcte, l'une ouverte et l'autre fermée, on démarre les pompes 670-461 A/B moyennant un bouton-poussoir local. Ces pompes s'arrêtent aussi localement.

IV.3. La matière stockée

IV.3.1. Définition

L'isobutane ou 2-méthyl propane est un hydrocarbure de formule brute C_4H_{10} que l'on trouve sous forme de gaz dans la condition habituelle de température et de pression. C'est un isomère du butane. Il est utilisé comme fluide réfrigérant sous le nom de R600a .[14]

IV.3.2. Utilisation et sources d'émission

Le raffinage du pétrole brut par craquage ou reformage catalytiques et les champs de gaz naturel constituent la source principale d'isobutane.

L'isobutane est principalement utilisé comme :

- Combustible pour matériel de chauffage, climatisation, réfrigération et cuisson (secteurs industriel, commercial, résidentiel et agricole) ;
- Combustible pour dispositifs d'allumage (briquet) ;
- Matière première ou intermédiaire pour la synthèse de composée chimiques, tels l'hydro peroxyde de ter-butyle, l'oxyde de ter-butyle et de méthyle et l'acide méthacrylique ;
- Agent propulsif dans les bombes aérosol (produits cosmétiques et de beauté, produits de nettoyage et de revêtement, produit alimentaire) ;
- Composant dans les agents gonflants ou gaz de moussage (fabrication des matériaux d'emballage en mousse de polyéthylène et en polyéthylène basse densité (PEBD).

Dans l'unité polymed Cet isobutane est utilisé dans le système d'addition de catalyseurs (PF et XPF), dans le système d'addition de Co-catalyseurs, dans le dépôt de charge du SC venger et dans la pompe du réacteur. Il est aussi comme matière de nettoyage pour éviter d'éventuels bouchons de polymère pouvant boucher les orifices et lignes de petit diamètre. [18]

IV.4. Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles

IV.4.1 Aspect

Tableau IV.1 des Informations sur les propriétés physiques et chimiques essentielles.

Forme	Gaz liquéfié
Etat	Gaz
Couleur	Incolore

IV.4.2 Données de sécurité

Tableau IV.2 Les Données de sécurité [14]

Point d'éclair	Non applicable aux gaz et aux mélanges de gaz
Limite supérieure d'inflammabilité (%)	9,5 % (v) Résultat expérimental, étude clé
Limite inférieure d'inflammabilité (%)	1,5 % (v)
Propriétés comburantes	Non applicable
Température d'auto-inflammabilité	460 °C Résultat expérimental, étude clé
Poids moléculaire	58,12 g/mol (C ₄ H ₁₀)
Pression de vapeur	347,97 kPa (25 °C)
PH	Non applicable

IV.4.3 Spécifications Requises après Traitement

1)Composition

- Isobutane 95 % mol. min.
- Propane 2,5 % mol. Max.
- N. Butane 2,5 % mol. Max.
- Oléfines < 100 ppm en poids, max.
- Soufre total < 1 ppm en poids, max.
- Acétylène < 2 ppm en poids, max.
- O₂ < 1 ppm en poids, max.
- CO < 1 ppm en poids, max.
- CO₂ < 1 ppm en poids, max.
- H₂O < 1 ppm en poids, max.
- H₂ < 2 ppm en poids, max.
- Azote < 1 ppm en poids, max.

- Carbonyles < 1 ppm en poids, max.
- Phénol * Alcools < 1 ppm en poids, max.
- Test de polymérisation échelle Bench : Apte
- L'oxygène doit être réduit à une concentration inférieure à 1 ppm, dans la colonne de dégazage.
- L'eau doit être réduite à une concentration inférieure à 1 ppm dans le sécheur.
- Le total de ces composants ne doit pas dépasser 1 ppm en poids .[14]

2)propriété physique

Tableau IV.3: Les propriétés physiques

Nom chimique	Méthyl propane (isobutane)
Formule chimique	(CH ₃) ₂ CHCH ₃
Poids moléculaire	58,12
Point de flash	-83°C
Limites d'inflammabilité	1,9 à 8,5 % volume
Poids spécifique liquide (H ₂ O = 1)	0,5527 @ 20°C
Poids spécifique de la vapeur (Air = 1)	2,01 @ atm et 15°C
Point d'ébullition	-11,7°C
Température d'auto ignition	462°C

IV.4.4 Service

L'isobutane est le solvant utilisé dans le réacteur dans l'usine de polyéthylène. L'éthylène réagit en présence d'un catalyseur pour former les particules de polyéthylène qui sont insolubles dans l'isobutane. L'isobutane sert de moyen de transport des particules de polyéthylène.

IV.4.5 Effets toxicologiques

1- Inhalation

Des expositions de 15-60 minutes dans des milieux ayant des concentrations de vapeur de 15-25 % en Volume, peuvent provoquer de légers effets anesthésiants. Dans des concentrations supérieures à 45 % en volume, on peut perdre connaissance en quelques minutes.

Des expositions dans des milieux ayant des concentrations de 0,5-1 % en volume (5.000 - 10.000 ppm) produisent de la somnolence mais n'ont pas d'autres effets.

2- Contact avec la peau

Le contact La vapeur n'a pas d'effets sur la peau. Cependant, le contact avec le liquide produit des brûlures dues à ses effets congelant.

3- Contact avec les yeux

Avec le liquide peut produire des brûlures dues à son effet congelant.

4- Valeur limite, seuil

Officiellement, aucune valeur limite, seuil n'a été adoptée. Comme valeur limite, on suggère une valeur de 0,1 % en volume, se basant sur des raisons d'inflammabilité .

5- Précautions

Quand on accèdera à un dépôt contenant de la vapeur ayant de hautes concentrations de ce produit, il faut être pourvu d'un appareil de respiration d'oxygène, autonome ou d'alimentation d'air. Là où il y a des risques d'éclaboussures de liquide, porter des lunettes de protection ou des masques. [14]

6- Premiers secours

*** Inhalation**

Faire sortir la personne à l'air frais, administrer de l'oxygène et demander des soins médicaux.

*** Contact avec la peau**

Laver la peau abondamment avec de l'eau jusqu'à ce qu'elle récupère sa couleur normale. Demander des soins médicaux.

*** Contact avec les yeux**

En cas de contact du liquide avec les yeux, les rincer avec de l'eau fraîche pendant 15 minutes au moins. Si la douleur ou l'indisposition continuent, demander des soins médicaux. [14]

IV.5. Manipulation et stockage

Avant de stocker l'isobutane dans le bac on doit :

- Maintenir à l'écart de toute source d'inflammation ;
- S'assurer que l'équipement est convenablement mis à la terre ;
- Empêcher l'aspiration d'eau dans le récipient ;
- Purger l'air dans l'installation avant d'introduire le gaz ;
- Utiliser seulement l'équipement spécifié approprié à ce produit et sa pression et température D'utilisation ;
- Contacter votre fournisseur de gaz en cas de doute ;
- Se reporter aux instructions du fournisseur pour la manipulation du récipient . [17]

IV.6. Mesure de sécurité

Les cigares de stockage d'isobutane contiennent :

- Arbre de niveau de liquide avec indication visuelle, LG-45002(950-462A), LG45006(950-462B) ;
- Signalisation en DCS du niveau de liquide, avec alarme de haute et basse, LI-45003(950-462A), LI-45007(950-462B) ;
- Thermomètre local, TI-49002(950-462A), TI (950-462B);
- Manomètre PI-48006(950-462A), PI-48007(950-462B) ;
- Le bac de stockage dispose d'une soupape de sécurité à la torche, avec une vanne de bypass normalement fermée, identifiées par les items PSV-46006(950-462 A) et PSV46007(950-462 B). La pression de tarage de cette vanne est de 8,8 kg /cm²g. [16]

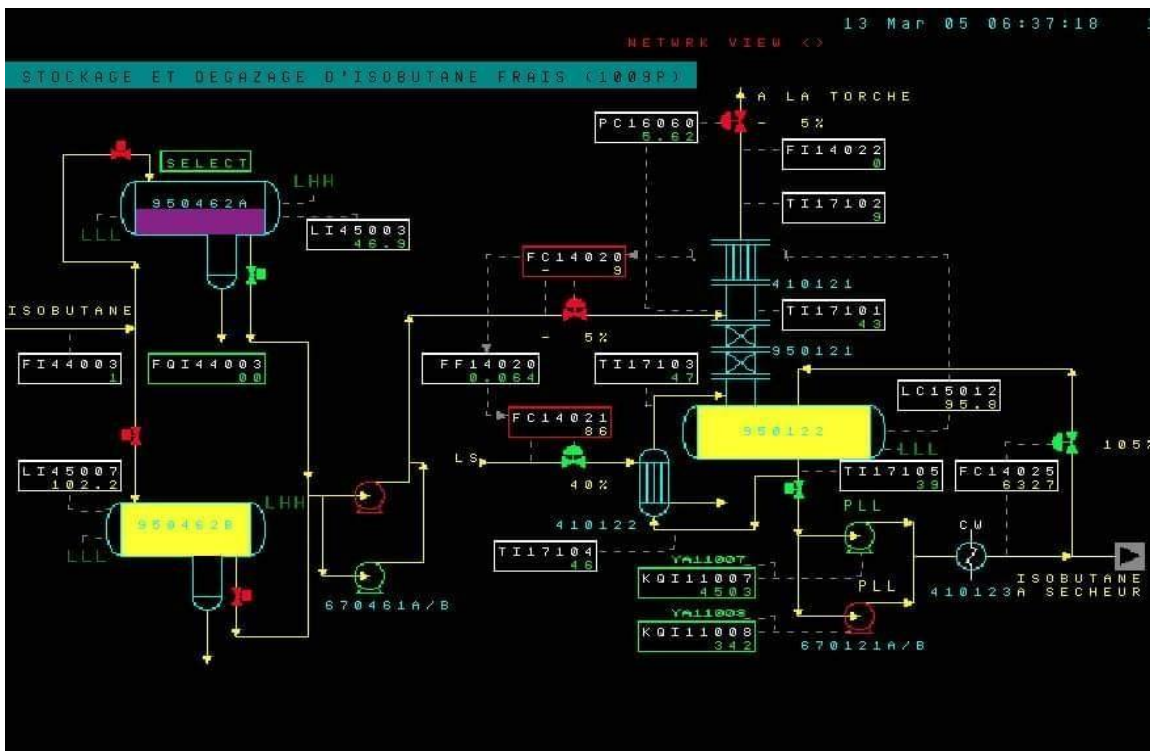


Figure IV.2 : Schéma de stockage et dégazage d'isobutane [14].

IV.7. Application de l'HAZOP sur les cigares de stockage d'isobutane frais 950-462 A /B

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques qui nous aide à déterminer les différentes déviations présentes au niveau du réservoir de stockage d'isobutane frais.

Cette méthode HAZOP est décrite par le tableau suivant :

Tableau IV.4: Application de l’HAZOP sur les Cigares de stockage d’isobutane frais 950-462A/B (Température)

<p>Ligne ou équipement : les cigares de stockage d’isobutane frais 950-462A/B</p> <p>Paramètres: température, pression, niveau ,débit.</p> <p>Mot-clé :Plus de, Moins de</p> <p>Déviatiion: Haute, Basse</p>						
Paramètres	Mot-clé	Déviatiion	Cause	Conséquences	Sécurité existante	Recommandation
Température	Plus de	Haute température	<ul style="list-style-type: none"> -Incendie à proximité d'un cigare enflammé à l'extérieur. -Défaillance de la vanne YV42003 pour le 950-462 A ou coupure de courant électrique. -Hausse de la température ambiante lors des périodes estivales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Risque potentiel d'incendie en cas de fuite. -Haute température au niveau de cigare - Gaz chaud qui se dilate en haut du cigare qui provoque un risque d'expansion. -Pression élevée et niveau de liquide bas dans 950-462 A 	<ul style="list-style-type: none"> -Système d’extinction Par l’eau(déluge) - ManometerPI48 006(950-462A) -Thermomètre local TI49002(950-462A) -Une vanne deby-pass normalement fermée identifiées ParitemPSV-46006(950-462A) 	<ul style="list-style-type: none"> Une baisse de température par Effet de refroidissement
Température	Moins de	Basse température	<ul style="list-style-type: none"> -La pompe présente un dysfonctionnement tant à l'entrée qu'à la sortie. -Les éléments hivernaux jouent avec les conditions climatiques 	<ul style="list-style-type: none"> - souffles glaciale caressait le cigare, faisant baisser la température -Le processus de décantation assure la stabilisation de l'isobutane. 	<ul style="list-style-type: none"> -thermomètre localTI49002 (950-462A) -une vanne deby-pass PSV 	<ul style="list-style-type: none"> - on stimule l'élévation thermique, insufflant une chaleur croissante.

Tableau IV.5: Application de l'HAZOP sur les Cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B (**pression**)

Ligne ou équipement : les cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B						
Paramètres: température, pression ,niveau, débit.						
Mot-clé : Plus de ,Moins de						
Déviatiion: Haute, Basse						
Paramètres	Mot-clé	Déviatiion	Causes	Conséquences	Sécurité existante	Recommandation
pression	Plus de	Haute pression	-La température s'enflamme excessivement près d'un cigare. -Un dysfonctionnement ou une défaillance se sont glissés sournoisement, affectant la tuyauterie et/ou le compresseur 160_420 (PB-B-1009)."	- Une menace de l'explosion et l'incendie se lient dangereusement au feu du cigare. - La tension s'élève avec audace dans le cigare 950-462 A/B, où une pression élevée.	-Ouverture des évènements de cigare. - Système d'extinction à l'eau de déluge automatique -Ouverture les soupapes de sécurité PSV et dégagement ver le torche	-Refroidissement -Ouverture les-bypasse -un manomètre et une soupape de sécurité prennent place au sein du poste de chargement, assurant une protection inébranlable.
pression	Moins de	Basse pression	-diminuer la température (hiver) -dysfonctionnement de la vanne YV-42003.	- Le liquide menace de franchir les frontières, se transformant en un gaz potentiellement inflammable. - Un péril explosif les cigares.	Alarme haute basse LI-45003(950-462A) -Thermomètre localTI49002(950-462 A)	- Des baromètres - Placement

Tableau IV.6 : Application de l’HAZOP sur les Cigares de stockage d’isobutane frais 950-462A/B (Niveau)

Ligne ou équipement : les cigares de stockage d’isobutane frais 950-462A/B						
Paramètres : température, pression, niveau, débit.						
Mot-clé : Plus de, Moins de						
Déviatiion : Haute, Basse						
Paramètres	Mot-clé	Déviatiion	Cause	Conséquences	Sécurité existante	Recommandation
Niveau	Plus de	Niveau plus Haut	-Le Détecteur de niveau égrène de fausses indications -Le débit trop élevé	-Le débordement des cigares crée une menace imminente, pouvant être suivi d'un embrasement en présence d'une étincelle." -Un risque d'explosion plane sur les cigares. -La pollution du produit se propage insidieusement, altérant son intégrité avec subtilité."	Arbre de niveau de liquide avec indication visuelle LG-45002(950-462A) Alarme de haut niveau De liquide sur DCS. - ouverture de la vanne De circuit vers torche	Une diminution du flux de charge s'amorce grâce à la fermeture délicate de la vanne.
Niveau	Moins de	Bas niveau	-Un maigre flot de charge se faufile avec parcimonie." -La pression atteint des niveaux élevé, -La vanne manuelle YV-42003 se révèle défectueuse	-La pompe succombe à la cavitation, entraînant son arrêt prématuré." -La chaleur atteint des niveaux élevés. -Une échappée de produit se produit, répandant sa présence avec une fuite indiscrète."	-Démarrage de la pompe de décharge -Arbre de niveau de liquide avec indication visuelle LG-45002(950-462A)	-Le débit croît, propulsant l'élan avec puissance." -Une baisse subtile s'installe dans la pression et la température,

Tableau IV.7: Application de l'HAZOP sur les Cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B (Débit)

Ligne ou équipement : les cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B

Paramètres : température, pression, niveau, débit.

Mot-clé : Plus de, Moins de

Déviations : Haute, Basse

Paramètres	Mot-clé	Déviations	Causes	Conséquences	Sécurité existante	Recommandation
Débit	Moins de	Basse de débit.	<ul style="list-style-type: none"> -Une mauvaise manipulation de la vanne manuelle dans l'installation de la tuyauterie et/ou du compresseur 160-420 (PB—1009) -Le compresseur 160-420 (PB –B-1009) se trouve à l'arrêt, -Un défaut de fonctionnement à la sortie de la pompe. 	<ul style="list-style-type: none"> -La cavitation provoque des dommages au compresseur -Une défaillance compromet le bon fonctionnement de la pompe 	<ul style="list-style-type: none"> -ManomètrePI-48006. -vanne supplémentaire BYP-Démarrage automatique de la ASSE. -signalisation en DCS de niveau de liquide, avec Alarme de haute et basse LI-45003(950-462A). 	<ul style="list-style-type: none"> - Optez pour un autre cigare depuis la salle de contrôle - Faites le choix d'une autre pompe, puisant dans les ressources
Débit	Plus de débit	Haute de débit.	<ul style="list-style-type: none"> - Une défaillance se manifeste dans le fonctionnement de la vanne manuelle à l'admission de la pompe (670-461 A), bloquée en position ouverte ou maximale." - La pression atteint des niveaux bas 	<ul style="list-style-type: none"> -La cavitation fait rage, causant des dommages à la pompe. -Le niveau d'isobutane dans le cigare atteint des sommets 	<ul style="list-style-type: none"> -Démarrage de la pompe supplémentaire -Contrôle automatique pour l'ouverture maximal des vannes pour donne le débit selon la quantité dans le cigare. -Alarme de niveauLAL-15102 -Alarme de pression PAL-16910 	<ul style="list-style-type: none"> -Diminuer le débit de charge, ralentissant avec élégance l'écoulement. -Laisser libre cours au by-pass de la soupape, ouvrant ainsi une voie alternative.

IV.8. Résultats de l'application HAZOP

Grâce à l'approbation de notre analyse des risques par la méthode HAZOP, nous avons pu identifier de manière précise les différents écarts possibles, leurs causes et leurs conséquences sur les environnements des installations. De plus, les mesures correctes sont déterminées par la méthode HAZOP nous permettant également d'évaluer si le niveau de sécurité de l'unité est acceptable ou non. Cette approche nous a fourni une gamme complète d'informations concernant les défaillances du système et les événements majeurs, notamment les phénomènes d'explosion et d'incendie.

Recommandation :

- Sensibiliser les opérateurs aux risques auxquels ils sont exposés;
- Effecteur des inspections quotidiennes avant chaque utilisation de cigare;
- Procédure de contrôle de la corrosion avec mesure de l'épaisseur;
- Une Inspection périodique sur la situation du cigare;
- Changement des composants en cas de défaillance;
- Inspection et visite journalière du site;
- Effectuer notre inspection visuelle et les irrégularités fonctionnelles;
- Arrêt de vanne d'alimentation en cas d'accident;
- Une réponse plus rapide en cas d'incidents à risque ;
- Améliorer la compréhension des dangers potentiels par l'ingénieur;
- Installer le système de contrôle DCS pour toute l'unité;
- Installation des détecteurs de flamme et de gaz pour tout le système ;
- Le contrôle périodique de la caractéristique physico-chimique d'isobutane ;
- Afin de vérifier ou de réparer le réservoir, les mesures nécessaires et préventives doivent être prises.

IV.9. Modélisation par logiciel ALOHA

ALOHA, le logiciel de modélisation de dispersion de polluants, offre une approche complète pour évaluer les concentrations de polluants au niveau du sol en fonction de divers paramètres. En tenant compte de la nature du produit, des fuites potentielles et des conditions atmosphériques, ALOHA permet une analyse précise des scénarios d'accidents chimiques.

La flexibilité d'ALOHA se reflète dans la possibilité de choisir le modèle mathématique de simulation, permettant aux utilisations de personnaliser leur approche ou de laisser le logiciel sélectionner automatiquement le modèle le plus approprié. Cette adaptabilité garantit des résultats fiables et pertinents pour chaque situation.

En tant que modèle intégral de renommée mondiale, ALOHA résout efficacement les équations pour une vaste gamme de produits chimiques. Sa base de données exhaustive sur les substances chimiques, englobant près de 1000 produits sélectionnés avec soin, fournit des informations précieuses sur les propriétés chimiques essentielles à la modélisation des accidents chimiques.

IV.9.1. Description de l'accident

Suite à l'incident majeur qui a entraîné l'explosion du réservoir d'isobutane du complexe CP2K de Skikda, nous avons réalisé une étude approfondie en se focalisant sur un scénario d'accident spécifique, connu sous le nom de BELVE

IV.9.2. Les entrées

Lors de notre étude approfondie, nous avons minutieusement examiné les paramètres d'entrée essentiels, comprenant la localisation précise de l'accident, la substance chimique impliquée, les conditions atmosphériques, les caractéristiques du site et du gazoduc, ainsi que les conditions de rejet.

- Localisation du site : le complexe de CP2K–Skikda ;
- date et heure de l'accident : le 06/02/2023 à 23h26min;
- produit chimique étudié : isobutane;
- conditions atmosphérique : les paramètres métrologiques (vitesse du vent et température de l'air, humidité relative de l'air) sont présentés dans ce tableau suivant :

Tableau IV.8: Données d'entrées du programme ALOHA

Données du site	<input type="checkbox"/> Localisation : Skikda, Algérie <input type="checkbox"/> Altitude:20.64 m. <input type="checkbox"/> Latitude:36°52minNord. <input type="checkbox"/> Longitude:06°54minEst.
Date et heure de l'accident	<input type="checkbox"/> 06/02/2023 <input type="checkbox"/> 23:26h
Données métrologiques	— Vitesse du vent: 18m/S — Température:25C — Humidité :25%
Données physico-chimiques de la charge	— Nom de la charge : Isobutane
Données de la source (équipement)	— Hauteur :17.6 m — Diamètre :4.2m

IV.9.3. Les étapes d'application du logiciel ALOHA

Afin de procéder à la simulation par 'ALOHA on doit appliquer les étapes suivantes :

1^{ère} étape : entrée la localisation de zone étudiée (le site CP2K)

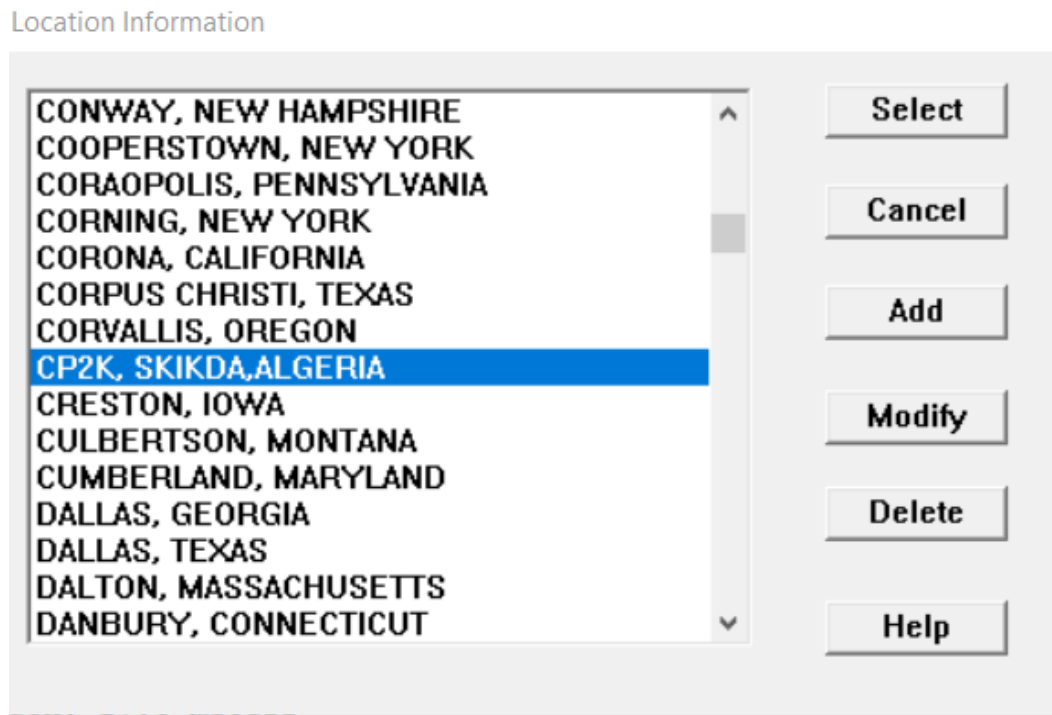


Figure IV.3 : Situation géographique de la zone concernée

2^{ème} étape : Sélection de la date et l'heure :

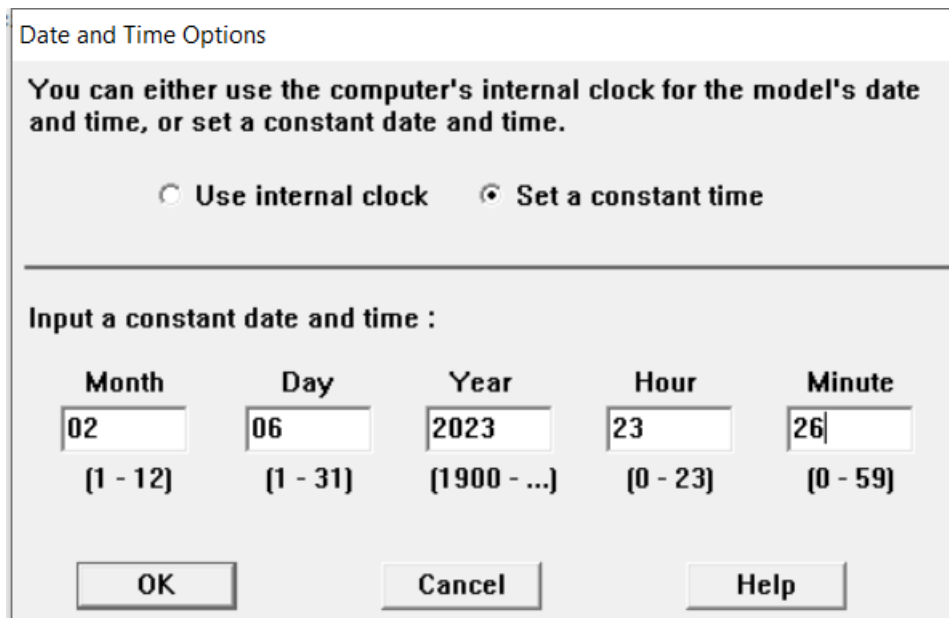


Figure IV.4 : Choix De la date

3^{ème}étape: faire rentrer les propriétés physiques et chimiques d'isobutane

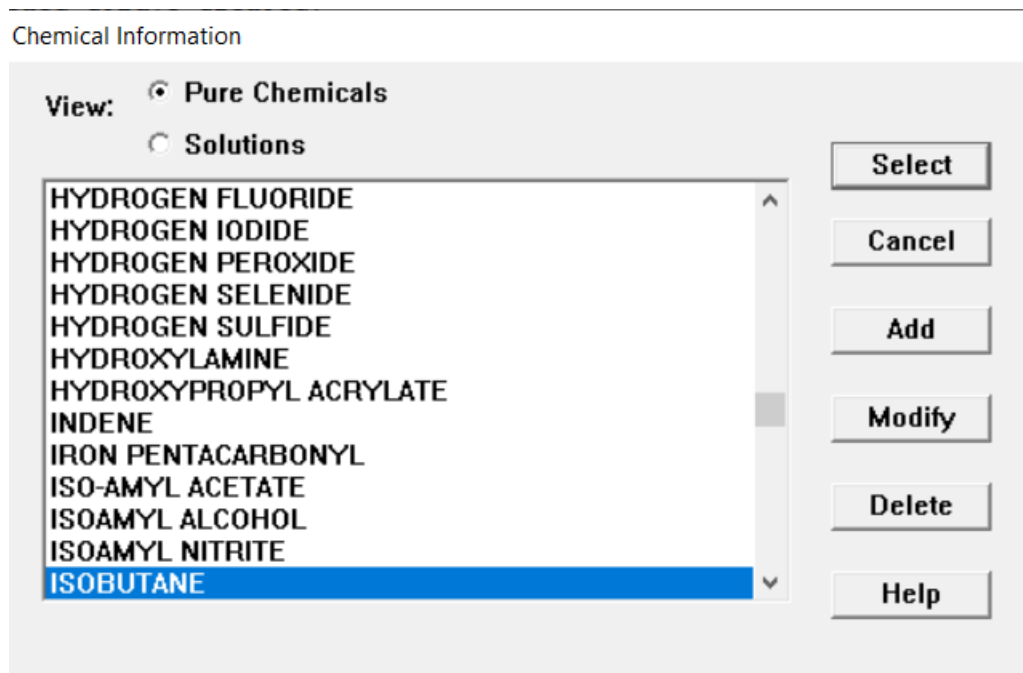


Figure IV.5 : Choix le produit chimique

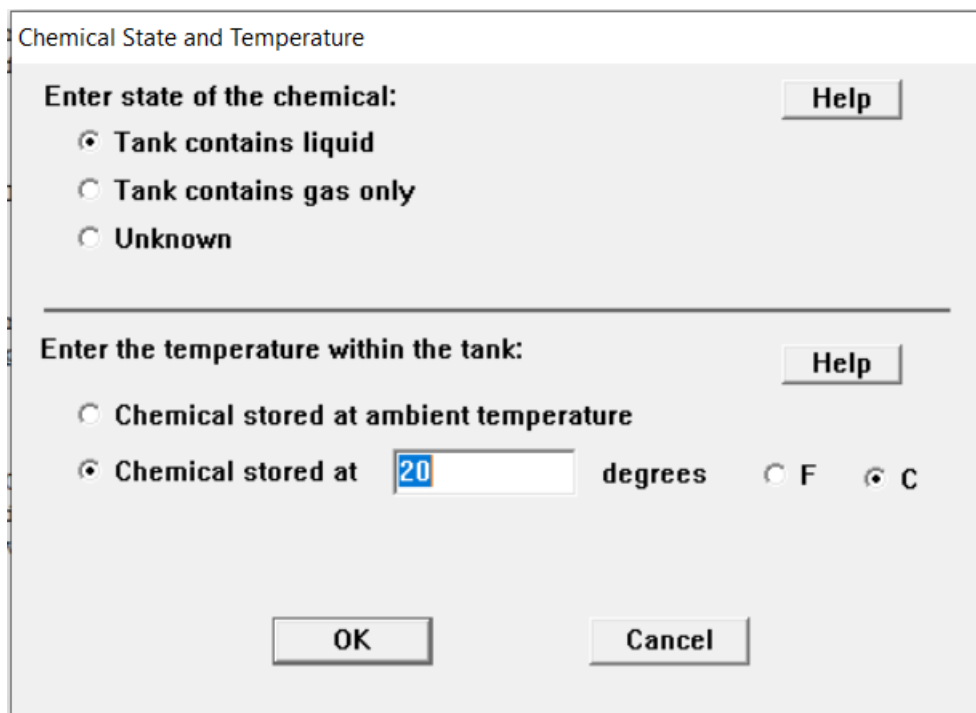


Figure IV.6 : Type du produit

Liquid Mass or Volume

Figure IV.7 : la masse et le volume du produit

4^{ème} étape : Préciser les conditions atmosphériques :

Figure IV.8 : fenêtre d'application de la vitesse du vent

Atmospheric Options 2




Air Temperature is : Degrees F C

Stability Class is : A B C D E F

Inversion Height Options are :

No Inversion Inversion Present, Height is : feet meters

Select Humidity :

wet medium dry OR enter value : % [0 - 100]

Figure IV.9 : fenêtres pour choisir la température

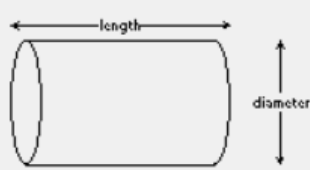
5^{ème} étape : Choix du type de bac de stockage:

Tank Size and Orientation

Select tank type and orientation:

Horizontal cylinder Vertical cylinder Sphere

Enter two of three values:



diameter feet meters

length

volume liters cu meters

Figure IV.10 : Choix du type de bac de stockage qui est sous forme cigare

```

Text Summary
SITE DATA:
Location: CP2K, ALGERIA
Building Air Exchanges Per Hour: 2.53 (sheltered single storied)
Time: June 2, 2023 2326 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: ISOBUTANE
CAS Number: 75-28-5 Molecular Weight: 58.12 g/mol
PAC-1: 5500 ppm PAC-2: 17000 ppm PAC-3: 53000 ppm
LEL: 18000 ppm UEL: 84000 ppm
Ambient Boiling Point: 10.9° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 18 meters/second from ESE at 5 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 10 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 25%

SOURCE STRENGTH:
BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 4.2 meters Tank Length: 17.6 meters
Tank Volume: 244 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 148 tons Tank is 98% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
    
```

Figure IV.11 : Résumé du travail ALOHA

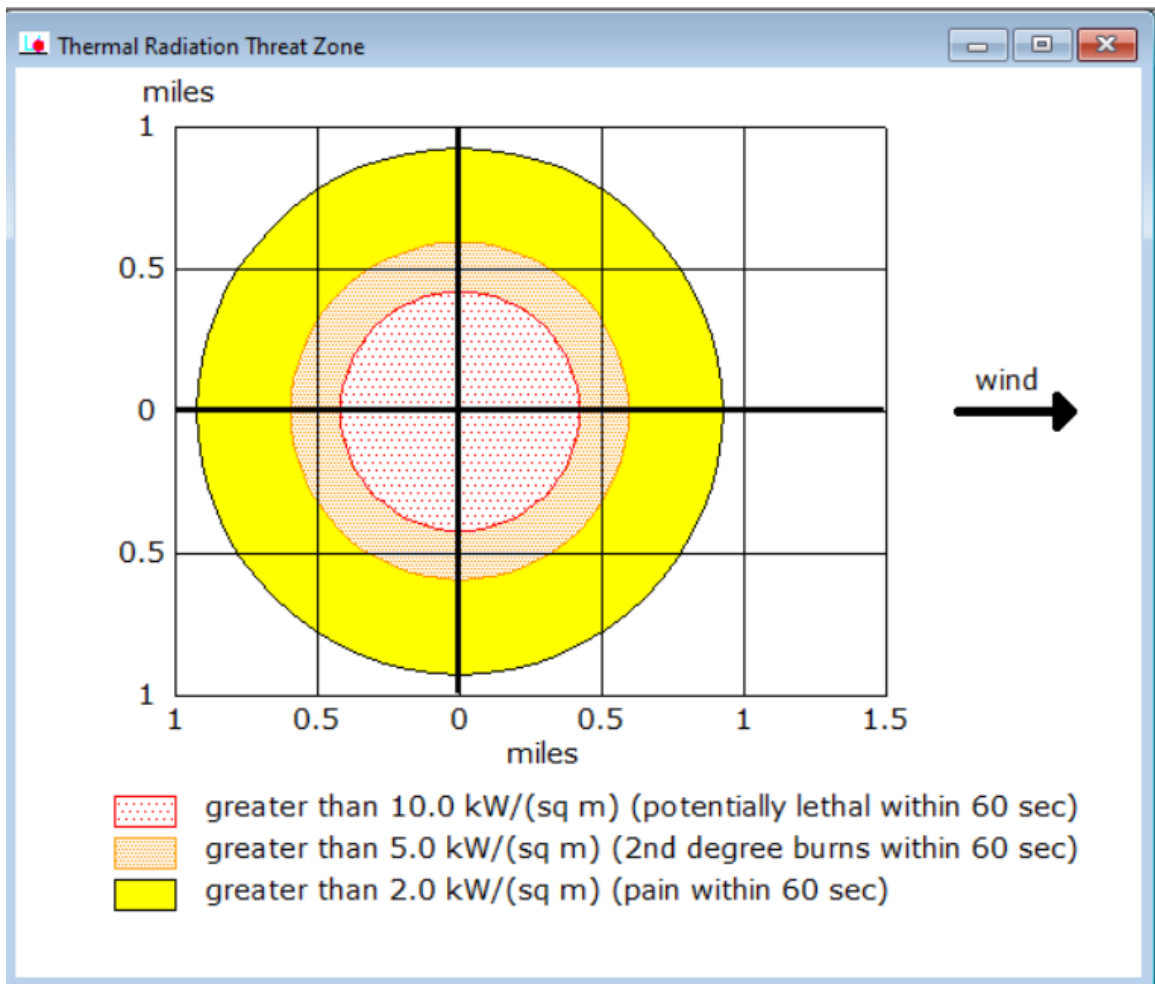


Figure IV.12 : les zones menacées par la surpression

IV.10. Discussions des résultats

La figure IV.12 : montre qu'il y a distinguer trois zones menacées par les effets de surpression, selon la surface touchée on distingue :

- **Zone rouge** : une surface de 0.41 miles, potentiellement mortelle dans les 60 sec ;
- **Zone orange** : une surface de 0.62 miles, 2^{ème} . degré brule en 60 sec ;
- **Zone jaune** : une surface de 0.95 miles, qui présente des douleurs dans les 60 sec

Les résultats obtenus nous fournissent des informations importantes sur l'ampleur et le potentiel des impacts, et doivent être interprétés uniquement à titre indicatif dans le contexte d'une situation d'urgence. Il est essentiel de noter que ces résultats sont spécifiques à la situation théorique définie par les paramètres que nous avons choisis, étant donné que les paramètres de stockage peuvent varier d'un site à un autre.



Figure IV.13 : Cartographique des zones menacées par les effets de l'explosion

IV.11. Conclusion

Selon l'étude et l'analyse de notre sous-système, il est observé que le dernier HAZOP présente des vulnérabilités dangereuses, ce qui est courant pour la plupart des systèmes industriels. Ces vulnérabilités peuvent engendrer des dangers considérables. C'est pourquoi nous utilisons le programme ALOHA, qui nous aide à estimer les zones d'explosion pour BELEV. Il convient de noter que le programme ALOHA est spécifiquement conçu pour être utilisé dans des situations d'urgence.

CONCLUSION GENERALE

Le stage pratique que nous avons effectué au niveau de CP2K de Skikda a été très bénéfique, il m'a permis de compléter nos connaissances théoriques par leur cohésion avec la pratique professionnelle.

Dans cette mémoire nous avons jugé utile de choisir l'étude de danger sur un cigare de es nouvelles connaissances qui sont venues s'ajouter à ce que nous avons appris durant notre formation théorique, il nous a permet de connaitre plusieurs problèmes et risques qui peuvent endommager les bacs de stockage qui peuvent engendrés des conséquences graves sur la zone industrielle, sur le bilan humain, matériel, urbain et environnemental par les phénomènes incendie et BLEVE .

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons opté pour l'utilisation d'une méthode qualitative d'analyse des risques appelée HAZOP (HAZard and OPerability Study) sur un système industriel (les cigares de stockage d'isobutane frais 950-462A/B) afin d'identifier les risques et les scénarios d'accidents associés. L'application de cette méthode nous a aidé à l'identification de l'évènement le plus redouté qu'est le phénomène BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) ainsi que l'analyse des déviations des différents paramètres de fonctionnement du système .

HAZOP nous a permis d'illustrer d'une façon pratique un accident, de comprendre son mécanisme, ensuite de choisir les mesures de préventions et de protections à mettre en œuvre pour réduire son occurrence.

Afin d'estimer les zones de menace liées aux : dégagements chimiques dangereux de gaz toxique, des incendies et des explosions, on a fait appel au logiciel ALOHA qui est logiciel utilisé pour les situations d'urgence. Il permet notamment de modéliser des réservoirs de stockage d isobutane sous pression, type cigare.

La maitrise des risques industriels nécessite de mettre en place des réglementation adaptée ainsi que des méthodes d'investigation et d'analyse des accidents ; signalons que cette maitrise passe par l'acquisition elle transfert de connaissances des meilleures pratiques constatées par le monde et capitalisées par des experts en la matière, ainsi que par la formalisation de retour d'expérience qui constitue dans ce contexte un des élément important de la démarche de progrès dans la maitrise des risques.

CONCLUSION GENERALE

■ Perspectives

Dans cette étude, les résultats obtenus peuvent être considérés comme une première étape. Il sera nécessaire de prendre en compte, dans un travail futur, la combinaison des différents effets (thermique, surpression) afin de modéliser d'une manière plus complète les impacts du phénomène BLEVE. Ainsi, une comparaison entre différents codes numériques d'analyse des conséquences serait intéressante afin d'identifier le comportement de chacun sur la prédiction de ce type de phénomène.

- [1]: Nathalie Briand, Histoire du plastique, Mobi Science Briand, page «3 ».
- [2] : medisafe.fr/blog/ l'auteur Julie / Publié le 18/01/2021
- [3]: CCHST (centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail) Danger et risque - Identification des dangers
- [4] : INERIS / Rapport D'étude / Feux Industriels
- [5] : Laboratoire national de métrologie et d'essais / PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES Caractérisation et réduction de la vulnérabilité du bâti face à un phénomène dangereux technologique thermique , Auteurs : Gildas Auguin /Arnaud Rabilloud/ Eric Guillaume
- [6]: MEMOIRE Présenté pour l'obtention du diplôme de MAGISTER En Hygiène Et Sécurité Industrielle Option : Gestion des Risques Par TOUAHAR Bachir / Thème : MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUE POUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DE POLLUANT Application des logiciels : ALOHA, PHAST
- [7]:[wikipedia.org/wiki/ Triangle du feu](https://wikipedia.org/wiki/Triangle_du_feu)
- [8]: Définition lexicologique « de combustion » centre national de ressource textuelles et lexicales (consulté le 1^{er} novembre 2015).
- [9]: ADMJSP Association des Jeunes Sapeurs-Pompiers / Généralités sur la lutte contre les incendies – propagation et effets
- [10]: blog.beamex.com/calibration-in-hazardous-area
- [11]: document de la société ENFOR / Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle / Chapitre II Généralité sur l'incendie .
- [12] ressources.unit.eu /Analyse de risques : Identification et estimation : Démarches d'analyse de risques - Méthodes qualitatives d'analyse de risques / Auteurs : A. Talon, D. Boissier, L. Peyras.
- [13] Mémoire, 2013, magister, modélisation et simulation numérique pour la dispersion atmosphérique de polluant, TOUAHAR Bachir.
- [14] Ouvrage documentation de CP2K manuel opératoire d'exploitation .
- [15] Ouvrage documentation de CP2K contrat co-830-01 matériel du système contre incendie Mai 2011
- [16] Ouvrage service risque industriel, étude de dangers des unités industriels de centre de productionCP2K
- [17] Manuel opératoire et maintenance - usine à gaz U30 de GPL

