



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
معهد الصيانة و الأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

**Département de Sécurité Industrielle et Environnement**

## **MÉMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master

**Filière :** Sécurité Industrielle  
**Spécialité :** sécurité prévention & intervention

### **Thème**

**ETUDE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES LIES AUX  
RESERVOIRS DE STOCKAGE DES HYDROCARBURES :  
MODELISATION NUMERIQUE PAR LE LOGICIEL PHAST**

Présenté et soutenu publiquement par :

Mme BENSAOULA Amina

Mr BENMERAH Mohamed Sedik

Devant le jury composé de :

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Mme BELOUFA Khadidja	MAA	Univ-Oran 2	<b>Présidente</b>
Mme LEBSIR Hayet	Professeur	Univ-Oran 2	<b>Encadreur</b>
Mme MECHKEN K.Amel	MAA	Univ-Oran 2	<b>Examinatrice</b>

**Décembre 2020**



## *DEDICACES 01*

*C'est avec toute l'ardeur de mes sentiments que je dédie ce modeste travail qui est le fruit de ma profonde reconnaissance à :*

*Mes chers parents, que dieu les garde et les protège.*

*Ma chère sœur : Sofia Abir .*

*Mes chers frères : Farouk et Sidahmed .*

*Mon cher mari : Noureddine*

*Mes enseignants et mes amies d'étude.*

*À tous les êtres chers dont leur soutien m'a été indispensable et qui attendent avec impatience ma réussite,*

*En espérant être à la hauteur de leurs attentes.*

*Amina.*

## DEDICACES 02

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents:*

*Ma réussite a été, et est toujours votre souci permanent, vos conseils et vos prières m'ont toujours accompagné. Je ne trouverai jamais assez de mots pour exprimer tout mon amour, ma reconnaissance et ma profonde gratitude pour les sacrifices consentis. Que Dieu le tout-puissant vous protège*

*Ma chère sœur Fatima et mon frère Abdou ainsi qu'à sa femme*

*Khadija et ça petite fille Nour.*

*Je vous souhaite beaucoup de succès dans la vie et que chacun de vous puisse réaliser ces ambitions. Je vous aime beaucoup Je vous souhaite beaucoup de succès dans la vie et que chacun de vous puisse réaliser ces ambitions. Je vous aime beaucoup.*

*Mes enseignants et mes amies : Fekri , Abdou , Amir , Billy , Ayoub ...*

*En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Vous êtes toujours dans mon cœur*

*SEDIK*



# R EMERCIEMENT

Nous remercions 'ALLAH' qui nous a donné le courage pour achever ce modeste travail, ainsi que nos parents et toutes nos familles qui nous ont apporté le soutien nécessaire et leurs réconforts durant toute la période de nos études.

Nous tenons tout d'abord à remercier LEBSIR HAYET, pour son aide et ses précieux conseils au cours de réalisation de ce travail, ses idées et ses conseils, ainsi que son aide précieuse durant tous les jours de réalisation de cette thèse.

On remercie tout le personnel du groupement CDS NAFTAL REMCHI rencontré lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à nos questions avec une grande compréhension et générosité.

Enfin, nos remerciements les plus sincères aux personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

# SOMMAIRE :

## LISTE DES ABREVIATIONS :

Liste des tableaux :

Liste des figures :

Résumé :

Introduction générale :

## Chapitre I :PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL.

---

I.1	Historique :	2
I.2	Mission principale de NAFTAL :	2
I.3	Présentation de centre de distribution et stockage de REMCHI :	3
I.4	Situation géographique :	3
I.5	Installation de CDS :	4
I.5.1	La zone de stockage de carburants :	4
I.5.2	Les postes de chargement des camions citernes :	5
I.5.3	Le Poste de déchargement ou de dépotage des Camions citerne :	5
I.5.4	La Pomperie :	5
I.5.5	La Station d'épuration :	5
I.5.6	La Sous station électrique :	5
I.6	Fonctionnement du centre :	5
I.6.1	La réception du produit :	6
I.6.2	Stockage du produit :	6
I.6.3	Distribution des produits :	7
I.6.4	Matériel d'exploitation :	7

## Chapitre II :PARTIE THEORIQUE.

---

<b>II.</b>	<b>Introduction :</b>	<b>8</b>
II.1	PARTIE I : BACS DE STOCKAGE :	9
II.1.1	Présentation des réservoirs de stockage :	9
II.1.2	Equipement et accessoires des bacs :	9
II.1.3	Autre équipements :	10
II.2	Classification des réservoirs :	11
II.2.1	Classification des réservoirs selon le critère de pression :	11
II.2.2	Classification des réservoirs selon la nature des toits :	12
II.2.3	Classification selon la capacité des réservoirs :	16
II.3	Equipement et accessoires des sphères :	18
II.4	PARTIE II : DEFINITION DES DIFFERENTS RISQUES TECHNOLOGIQUES :	18
II.4.1	Définition risques technologiques :	18
II.4.2	Evaluation des risques technologiques liés aux installations industrielles d'hydrocarbures :	19
II.4.3	Les causes / conséquences et effets des risques technologique liées aux installations industrielles des hydrocarbures :	26
II.5	Conclusion :	31

## Chapitre III :Retour d'expérience sur l'accidentologie des réservoirs de stockage.

---

<b>III.</b>	<b>Introduction :</b>	<b>32</b>
III.1	Analyse de l'accidentologie :	32
III.2	Analyse de l'accidentologie des réservoirs de stockage en Algérie :	42

III.3 Conclusion :	44
--------------------	----

#### **Chapitre IV :Analyse des risques et Modélisation.**

---

<b>IV. DESCRIPTION DE L'UNITE DE STOCKAGE :</b>	<b>45</b>
IV.1 ANALYSE DES RISQUES DE LA ZONE DE STOCKAGE :	47
IV.1.1 IDENTIFICATION DES DANGERS :	47
IV.1.2 Risques d'origine interne/externe :	48
IV.1.3 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES :	52
IV.1.4 Analyse des risques liés aux produits stockés :	62
IV.1.5 Analyse des risques liés aux équipements et conditions opératoires :	66
IV.1.6 Risques liés aux éléments extérieurs :	67
IV.2 Identification des accidents les plus probables et les plus dangereux :	68
IV.2.1 Les accidents les plus probables :	70
IV.2.2 Estimation des conséquences des accidents et de leurs effets possibles :	71
IV.3 Modélisation par PHAST :	73
IV.3.1 Les conséquences possibles :	73
IV.3.2 Modélisation des phénomènes redoutés :	73
IV.3.3 Résultats de la modélisation :	74
IV.3.4 Analyse de la cinétique des phénomènes dangereux :	80
IV.4 Recommandations :	81

#### **Chapitre V :Stratégie d'intervention de la Zone de stockage.**

---

<b>V. Introduction :</b>	<b>82</b>
V.1 Planification des urgences :	82
V.1.1 Les mesures d'urgence :	82
V.1.2 Les situations d'urgences dans la zone de stockage de CDS REMCHI :	83
V.2 Schéma général d'organisation de PII :	88
V.2.1 Déclenchement du PII :	88
V.2.2 Les acteurs de la gestion de l'intervention :	89
V.3 ORGANISATION DES SECOURS :	91
V.3.1 Moyens d'alerte et d'arrêt :	91
V.3.2 Moyens de détection :	92
V.3.3 Moyens de lutte contre l'incendie :	92
V.3.4 Plans d'alerte :	92
V.3.5 Moyens de secours internes :	93
V.3.6 Moyens de secours externes :	94
V.4 Recommandations :	95
V.5 Conclusion :	96

#### **Conclusion générale**

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

#### **Annexe**

## LISTE DES ABREVIATIONS :

<b>CDS</b>	centre de stockage et de distribution
<b>GO</b>	gazole
<b>ESS</b>	essence sans plomb
<b>EN</b>	essence normal
<b>PVA</b>	point de vente agréé
<b>GD</b>	gestion directe
<b>GL</b>	gestion libre
<b>TMD</b>	transport de matières dangereuses
<b>PBO</b>	propension au BOIL OVER
<b>BLEVE</b>	vaporisation violente à caractère explosif
<b>APR</b>	analyse préliminaire des risques
<b>HAZOP</b>	analyse de risque et de sécurité de fonctionnement
<b>AMDEC</b>	Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité
<b>MOSAR</b>	Méthode organisé systémique d'analyse des risques
<b>FTA</b>	analyse de l'arbre de défaillance
<b>UCVE</b>	unconfined vapour cloud explosion (Explosion de vapeur en milieu non-confiné)
<b>BLEVE</b>	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (Vaporisation explosive d'un liquide porté à ébullition)
<b>ARIA</b>	Analyse Recherche et Information sur les Accidents
<b>POI</b>	plan d'opération interne
<b>FDS</b>	fiche de donnée de sécurité
<b>COV</b>	composant organique volatiles
<b>PE</b>	point d'éclair
<b>PHAST</b>	outil logiciel d'analyse de risques de procédé
<b>LIE</b>	Limite inférieure d'explosion
<b>LES</b>	Limite supérieure d'explosion
<b>SEI</b>	Seuil des Effets Irréversibles

<b>VCE</b>	explosion de nuage de vapeurs non confiné
<b>PII</b>	plan d'intervention interne
<b>PPI</b>	plan particulier d'intervention
<b>DOI</b>	directeur des opérations internes
<b>PC</b>	Poste de Commandement
<b>COS</b>	le commandant des opérations de secours
<b>DOS</b>	le directeur des opérations de secours
<b>PDOI</b>	poste directeur des opérations internes

## Liste des tableaux :

<b>Tableau II.1: Classification des réservoirs selon la pression.</b>	<b>12</b>
<b>Tableau II.2 : Différents produits stockés par rapport aux bacs.</b>	<b>15</b>
<b>Tableau II.3 : PBO de boil over.</b>	<b>20</b>
<b>Tableau II.4 : Tableau synthétique des caractéristiques des méthodes.</b>	<b>25</b>
<b>Tableau III.1:Liste des accidents relatifs aux réservoirs à toit fixe.</b>	<b>34</b>
<b>Tableau III.2:Liste des accidents relatifs aux réservoirs à toit flottant.</b>	<b>36</b>
<b>Tableau III.3:Retour d'expérience sur l'accidentologie des réservoirs de stockages en Algérie.</b>	<b>42</b>
<b>Tableau IV.1: Fiche technique du dépôt carburant (capacité de stockage).</b>	<b>46</b>
<b>Tableau IV.2 : Risques d'origine interne.</b>	<b>49</b>
<b>Tableau IV.3: Risques d'origine externe.</b>	<b>51</b>
<b>Tableau IV.4: échelles de probabilité et de gravité.</b>	<b>53</b>
<b>Tableau IV.5: Grille de criticité.</b>	<b>54</b>
<b>Tableau IV.6: Analyse préliminaire des risques.</b>	<b>55</b>
<b>Tableau IV.7: Caractéristiques intrinsèques issues de la FDS du Gasoil.</b>	<b>63</b>
<b>Tableau IV.8: Caractéristiques intrinsèques issues de la FDS du S et SSP.</b>	<b>64</b>
<b>Tableau IV.9: Caractéristiques intrinsèques issues de la FDS de EN.</b>	<b>65</b>
<b>Tableau IV.10: Risques liés aux équipements et conditions.</b>	<b>66</b>
<b>Tableau IV.11 :Les scenarios selon l'échelle de criticité (avant application barrières).</b>	<b>70</b>
<b>Tableau IV.12:Les scenarios selon l'échelle de criticité(apres application barrières).</b>	<b>71</b>
<b>Tableau IV.13:Seuils des effets thermiques et surpression sur l'homme et les structures.</b>	<b>72</b>
<b>Tableau IV.14:Données de la modélisation par PHAST.</b>	<b>74</b>
<b>Tableau IV.15:Distances d'effets pour un feu flash.</b>	<b>75</b>
<b>Tableau IV.16:Distances d'effets pour un feu de nappe.</b>	<b>76</b>
<b>Tableau IV.17:Distances des effets de surpression.</b>	<b>78</b>
<b>Tableau IV.18:Distances d'effets pour un feu torche.</b>	<b>79</b>
<b>Tableau IV.19:La cinétique des phénomènes dangereux.</b>	<b>80</b>
<b>Tableau V.1: Fonction des acteurs de l'intervention.</b>	<b>90</b>
<b>Tableau V.2: Nombre et type d'extincteurs repartis sur le site.</b>	<b>93</b>

## Liste des figures :

Figure I.1: Photo satellite de site CDS REMCHI.	4
Figure I.2 : Schéma synoptique de fonctionnement du centre CDS REMCHI.	6
Figure II.1 : Evacuation des gaz.	10
Figure II.2: bac a toit fix .	13
Figure II.3: bac a toit flottant	14
Figure II.4 : Bac à Toit fixe et à écran flottant.	15
Figure II.5 : Capacité nominal de réservoir à toit fixe et à toit flottant.	16
Figure II.6 : la capacité d'inventaire.	17
Figure II.7 : les différentes définitions de la capacité d'un réservoir de stockage.	17
Figure II.8 : Déroulement du boil over.	20
Figure II.9 : déroulement d'UCVE.	22
Figure II.10 : feu de nappe.	22
Figure II.11: triangle de feu.	23
figure IV.1: Logigramme des scenarios possibles.	69
Figure IV.2: Distances du Feu flash.	75
Figure IV.3: Contour du feu flash.	75
Figure IV.4: Distances du feu de nappe.	76
Figure IV.5: Contours d'effets du risque feu nappe.	77
Figure IV.6: Les effets de surpression d'un VCE.	77
Figure IV.7: Contours des effets de surpression.	78
Figure IV.8: Distances du feu de torche..	79
Figure IV.9: Contours d'effets du risque feu de torche.	80
Figure V.1: Schéma d'intervention pour feu de toit de bac 14.	83
Figure V.2 : Plan d'évacuation de site.	84
Figure V.3: Schéma d'intervention pour feu de cuvette.	85
Figure V.4: Schéma d'intervention pour feu à l'intérieur du local électrique.	86
Figure V.5: Schéma d'intervention pour explosion au niveau du Laboratoire.	87
Figure V.6: Schéma d'intervention Centre CDS REMCHI.	95

## **Résumé :**

La zone de stockage des hydrocarbures est l'une des unités de procédé où les scénarios les plus catastrophiques sont omniprésents. A cet effet, il est primordial d'implanter des barrières de sécurité préventives et d'intervention suite à des analyses quantitatives approfondies sur les scénarios catastrophiques.

Cette étude a été effectuée au niveau de NAFTAL centre de distribution et stockage à REMCHI-TLEMCEN, dont le but est d'étudier l'ampleur des conséquences des risques technologiques liés au stockage des hydrocarbures sur les biens et les personnes en cas d'un éventuel accident afin de proposer des recommandations pour réduire ces risques.

Nous avons utilisé la méthode d'analyse des risques préliminaires (APR) pour analyser les risques de zone de stockage de NAFTAL d'une part, et d'autre part, nous avons appliqué une méthode numérique en utilisant le logiciel PHAST pour modéliser un scénario choisi parmi les scénarios majeurs étudiés pour calculer les distances de ses effets thermiques et de surpression.

**Mots clés :** Analyses quantitatives des risques, analyse préliminaire des risques, logiciel PHAST, risques technologiques.

## ملخص

منطقة تخزين الهيدروكربونات هي إحدى وحدات العمليات التي توجد فيها أكثر السيناريوهات كارثية في كل مكان. ولهذه الغاية، من الضروري تنفيذ حواجز السلامة الوقائية والتدخلية بعد التحليلات الكمية المتعمقة سيناريوهات كارثية

أجريت هذه الدراسة على مستوى مركز توزيع وتخزين ناقتال، وكان الهدف منها دراسة مدى عواقب المخاطر التكنولوجية المرتبطة بتخزين الهيدروكربونات على الممتلكات والأشخاص في حالة وقوع حادث محتمل من أجل لتكون قادرًا على تقديم توصيات للحد من هذه المخاطر

لتحليل مخاطر منطقة مستودع تم استخدام طريقة تحليل المخاطر الأولية APR وبرنامج PHAST لنمذجة سيناريو تم اختياره من السيناريوهات الرئيسية المدروسة لحساب مسافات آثاره الحرارية والضغط الزائد

**الكلمات المفتاحية:** التحليل الكمي للمخاطر، التحليل الأولي للمخاطر، برمجيات، المخاطر التكنولوجية

## **Summary:**

The hydrocarbon storage area is one of the process units where the most catastrophic scenarios are omnipresent. For this purpose, it is essential to implement preventive and intervention safety barriers following in-depth quantitative analyzes of the catastrophic scenarios.

This study was performed at NAFTAL distribution and storage center situated at REMCHI-TLEMCEN. The aim of this study was to investigate the extent of the consequences of the technological risks associated with the storage of hydrocarbons on properties and people in case of any eventual possible accident in order to make recommendations to reduce the level of these risks.

The Preliminary Risk Analysis (PRA) method was used in order to analyze the risks of the NAFTAL storage area on one hand, and on the other hand, a numerical method was applied using the PHAST software to model a scenario chosen among the major scenarios studied to calculate the thermal and overpressure effect distances.

**Keywords:** quantitative risk analysis, preliminary risk analysis, PHAST software, technological risks.

**Introduction générale :**

## **Introduction générale :**

Les réservoirs de stockage dans les entreprises pétrolières algériennes contiennent de grandes quantités d'hydrocarbures inflammables et dangereuses. Un petit incident pourrait conduire à la perte de vies humaines et des sommes colossales pour rétablir les situations de pollution environnementales sans oublier la perte des installations et leur reconstruction avec l'interruption de production et les retombées sur la relation avec les clients surtout dans les périodes de grand besoin. Cela va répercuter négativement les entreprises avec les poursuites judiciaires, la dévaluation des axes dans les bourses pourrait engendrer la faillite de l'entreprise.

La connaissance des risques liées au stockage dont ces sources et ces causes permettent de bien gérer ces risques et fixer une politique de prévention pour garantir la santé et la sécurité des travailleurs et protéger les installations et l'environnement du milieu.

Dans cette optique, on a choisi l'exemple de L'entreprise NAFTAL ; une industrie de stockage, de distribution et la commercialisation des produits pétroliers en Algérie afin de satisfaire le marché national.

Notre travail a pour but d'identifier les différents risques technologiques liés aux réservoirs de stockage des hydrocarbures , Faire une analyse de risque de la zone de stockage de site NAFTAL CDS REMCHI par la méthode APR afin de définir les scénarios des accidents les plus probables. Modéliser un scénario choisi par le logiciel PHAST pour estimer ses conséquences et calculer les distances de ses effets thermiques et surpression. Faire des recommandations pour réduire ces risques à un niveau acceptable et mettre une stratégie d'intervention pour limiter leurs conséquences.

Ce mémoire est réparti principalement en deux volets. Le premier volet est consacré à une étude théorique. Il est composé de trois chapitres, où le premier contient une présentation générale de NAFTAL et du centre de stockage et distribution d'hydrocarbure CDS REMCHI. Le deuxième chapitre décrit les types, les équipements et classification des réservoirs de stockage ainsi que les différentes méthodes d'analyses des risques. Le troisième est dédié au retour d'expérience sur l'accidentologie des réservoirs de stockage.

Le deuxième volet représente la partie pratique. Il comporte les résultats d'analyse des risques obtenus par l'application de la méthode APR et la modélisation des conséquences des accidents par le logiciel PHAST présenté dans le quatrième chapitre. Le cinquième chapitre sera consacré pour la Stratégie d'intervention de la Zone de stockage.

Enfin, une conclusion générale synthétise les résultats obtenus à l'issue de cette étude.

**Chapitre I :**  
**PRESENTATION DE**  
**L'ORGANISME D'ACCUEIL.**

### **I.1 Historique :**

- De 1962 à 1967, les sociétés étrangères implantées en Algérie assuraient la distribution des produits pétroliers.
- 1966, Rachat du réseau BP.
- 1967/1968, Nationalisation des sociétés étrangères.
- 1971, Nationalisation des activités d'hydrocarbures.

C'est à la suite de ces nationalisations que la société SONATRACH a été créée pour reprendre en main les richesses du sous-sol du pays.

Issue de SONATRACH, l'entreprise ERDP (Entreprise de Raffinage et de Distribution des produits Pétroliers) a été créée par le décret n° 80/101 du 06 avril 1980, entrée en activité le 1<sup>er</sup> janvier 1982. Elle est chargée de l'industrie du raffinage et de la distribution des produits pétroliers.

- 1987, l'activité raffinage est séparée de l'activité distribution. La séparation des activités de l'E.R.D.P a donné naissance à NAFTAL et NAFTEC.
- A partir de 1998, NAFTAL a changé de statut et devient société par action filiale à 100 % de SONATRACH.

Le capital social était de 6.65 milliard de DA, le 29 juillet 2002, il passe à 15.65 milliard de DA (Comité exclusif de SONATRACH).

NAFTAL est une entreprise nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers, son nom est extrait de deux syllabes bien connues :

- **NAFT** : Terme Universel qui exprime le pétrole.
- **AL** : Algérie.

### **I.2 Mission principale de NAFTAL :**

NAFTAL a pour mission, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché national, à savoir :

- Les carburants (Essences, Gasoil, Kérosène).
- Les Gaz pétroliers liquéfiés « GPL ».
- Les pneumatiques.
- Les bitumes.
- Les produits spéciaux (Cires, Paraffines, Solvants...).

Elle intervient dans les domaines :

- Distribution, Stockage et Commercialisation des carburants, GPL lubrifiants, Bitumes et Pneumatiques.

- GPL/carburant, produits spéciaux.
- Transport des produits pétroliers.
- Enfûtage du GPL.
- Formulation de bitumes.

### I.3 Présentation de centre de distribution et stockage de REMCHI :

**Nom de l'établissement :** CENTRE DISTRIBUTION ET STOCKAGE 1 138 CBR Remchi.

**Adresse du siège social :** BP N°108 ROUTE NATIONALE 22 Zone Industrielle Remchi.

**Tel :** 043 24 71 71

**Fax :** 043 24 71 71

**Nom de l'exploitant :** NAFTAL.

Le centre de stockage et de distribution CDS138, s'étend sur une superficie de 15 hectares. Sa capacité de stockage tout produit confondu est de **38 350 m<sup>3</sup>**. Cette capacité de stockage le rend le premier, dans la wilaya de Tlemcen à pouvoir assurer son ravitaillement en matière de carburant, a peu près une quantité moyenne de 1 200 m<sup>3</sup> de carburants est commercialisée chaque jour.

Le CDS138 assure le stockage et la distribution de 04 produits principaux :

- Essence normale « EN ».
- Essence super « ES ».
- Gasoil « GO ».
- Super sans plomb « SSP »

### I.4 Situation géographique :

Le centre CDS REMCHI est situé dans la zone industrielle REMCHI, wilaya de TLEMCCEN ,

Le centre occupe une superficie globale de 18 hectares, délimité comme suit :

- Au Nord par la SNEMA, la SONELGAZ et la SNMC.
- A l'Ouest par les 243 logements et le CFPA.
- A l'Est par les cimetières musulman et chrétien.

Bien que la zone soit classée zone industrielle, plusieurs habitations se trouvent à distance de ce dernier.

Voici la photo satellite de site CDS illustré dans la figure I.1 :



**Figure I.1:** Photo satellite de site CDS REMCHI.

### **I.5 Installation de CDS :**

Le centre peut être décomposé en plusieurs entités élémentaires (citées ci-dessous) pouvant avoir des interactions et engendrer des risques sur l'environnement. [1]

Le centre est composé des entités suivantes :

- Des locaux administratifs.
- Deux zones de stockages carburants.
- Postes de chargement et de déchargement des camions citernes.
- Quatre hangars (pneumatique, lubrifiants, maintenance et technique)
- Une salle de contrôle.
- Un poste de gardiennage.
- Une centrale anti-incendie.
- Une cantine.
- Les vestiaires.
- Une pomperie.
- Un local de transformateurs.

#### **I.5.1 La zone de stockage de carburants :**

Cette zone comprend Dix-huit (18) bacs, avec une capacité totale de stockage de 38 350 m<sup>3</sup>. Un projet d'automatisation de stockage est finalisé, comportant des instruments électroniques intelligents permettant de délivrer des informations sur le carburant stocké, à savoir : sa masse volumique, sa température et les différentes interfaces (Ex. Gasoil-eau, Gasoil-essence dans les bacs de contaminât...etc.) .

### **I.5.2 Les postes de chargement des camions citernes :**

La distribution des produits vers les points de ventes est assurée par des camions citernes. Ces derniers stationnent dans des allées où s'effectue le remplissage par l'intermédiaire des pompes et des bras. Le chargement des camions s'effectue en dôme et en source.

Le centre CDS REMCHI comporte six postes de chargement :

- Le premier poste est réservé pour le chargement Jet, il est composé de deux bras.
- Les cinq autres postes de chargement sont réservés aux carburants : gasoil, essences super et normal. Chaque poste comporte quatre bras.

### **I.5.3 Le Poste de déchargement ou de dépotage des Camions citerne :**

Le dépotage du carburant se fait par le biais des camions citernes en provenance d'Oran. Des pompes installées aspirant le carburant dépoté et le refoulant selon la destination vers le bac de stockage approprié.

### **I.5.4 La Pomperie :**

Elle est dotée de quinze unités de pompes de débits variant entre 50 à 150 m<sup>3</sup>/h.

### **I.5.5 La Station d'épuration :**

Cette station recueille les eaux pluviales et les égouts huileux provenant des zones de stockage, les traite et sépare par décantation.

### **I.5.6 La Sous station électrique :**

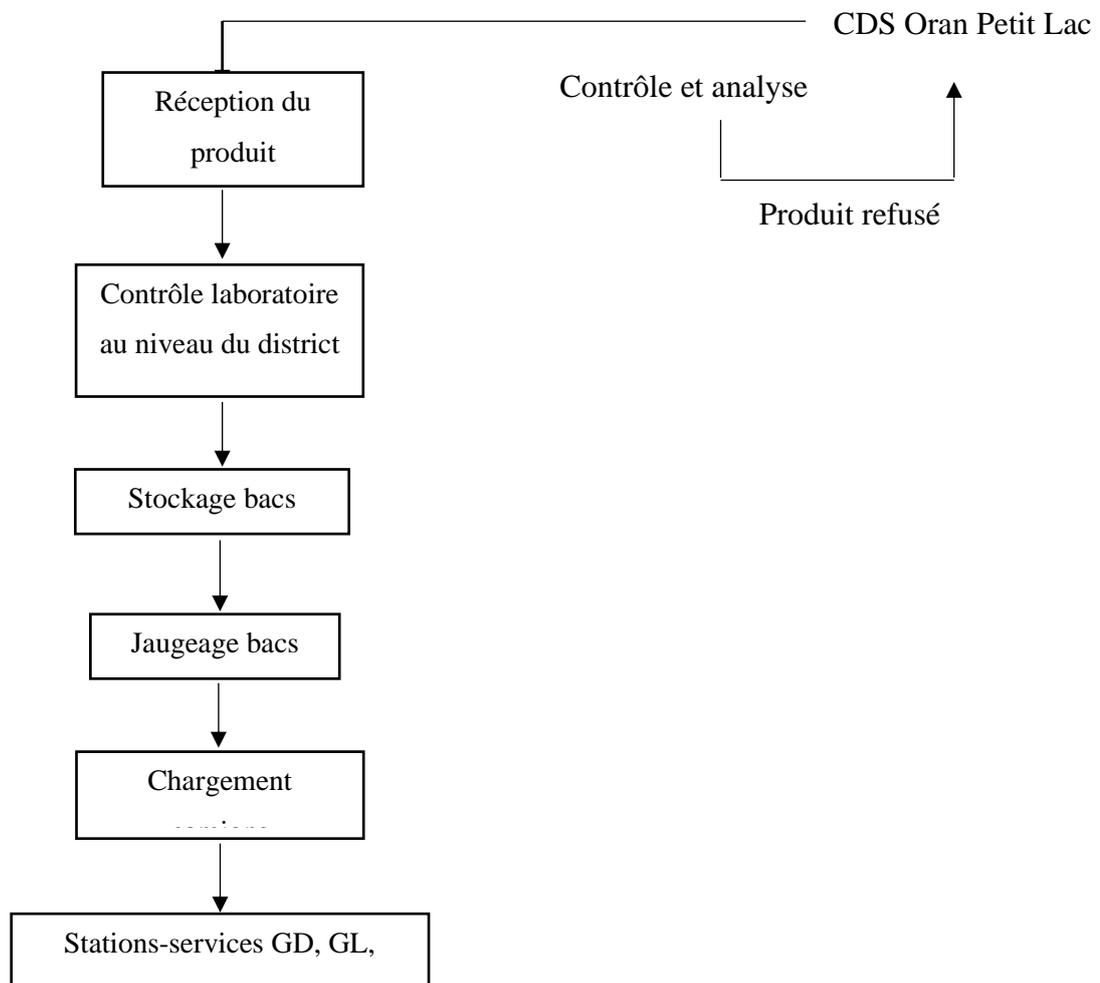
La sous station électrique héberge abrite essentiellement :

- Les armoires de commande électrique ;
- Deux transformateurs d'une puissance de 1250 KVA.
- Un groupe électrogène de puissance 600 KVA de marque PERKINS.
- La ligne Sonelgaz d'alimentation 30 KV.
- Centrale anti-incendie pour la lutte contre l'incendie.

## **I.6 Fonctionnement du centre :**

Depuis sa mise en service 1983, le centre CDS REMCHI a pour activité principale le stockage et la distribution des carburants Essences super et normale et de gasoil.

Le centre fonctionne selon le processus suivant :



**Figure I.2 :** Schéma synoptique de fonctionnement du centre CDS REMCHI.

### I.6.1 La réception du produit :

La réception des différents produits Essences et Gasoil, se fait par camions citernes, à partir du CDS Oran Petit Lac et par pipe en provenance d'Arzew.

L'approvisionnement est programmé au préalable après une réunion hebdomadaire entre le Centre Oran Petit lac. Chaque expédition programmée, fait l'objet d'un ordre d'expédition, à cet effet le centre expéditeur et le Centre CDS REMCHI prennent toutes les dispositions pour le bon déroulement de toute l'opération. Un PV de réception est signé par les deux parties.

### I.6.2 Stockage du produit :

Le produit réceptionné est stocké dans des bacs aériens de différentes capacités. La zone de stockage du centre carburants est doté de deux types de bacs de

conception différente :

- Bacs à toit flottant préconisé pour le stockage des produits pétroliers légers (Essence super et l'essence normale) dont leur tension de vapeur est considérable (Risque d'évaporation).
- Bacs à toit fixe, destinés pour les produits pétroliers lourds, dont les tensions de vapeur sont faibles (Gasoil et kérosène).

### **I.6.3 Distribution des produits :**

La commande du produit est faite à J-1 au niveau du service commande.

Le dispatcheur établit son programme de distribution du jour J en fonction de la disponibilité des camions citernes et des chauffeurs pour approvisionner les stations-services et les entreprises au niveau des zones d'influence du CDS : Remchi et restes de la wilaya de Tlemcen.

### **I.6.4 Matériel d'exploitation :**

Pour son fonctionnement, le centre CDS REMCHI utilise les matières et matériaux suivants :

- Consommable de bureaux ;
- Energie pour le ravitaillement des moyens d'exploitation (camions, véhicules et motopompes).
- Consommable utilisé dans le garage mécanique (huiles et graisses, pièces de rechanges,...)

Cette consommation nous renseigne sur les caractéristiques des rejets générés par le centre.

**Chapitre II :**  
**PARTIE THEORIQUE.**

## II. Introduction :

L'industrie pétrolière a pour principale caractéristique la mise en œuvre de tonnage très important de produits chimiques. Sous forme liquide ou gazeuse, elle se trouve dans l'obligation de prévoir d'énormes capacités de stockage. Cette tendance va s'accroître avec l'obligation faite par les nouvelles réglementations qui prévoient de constituer un stock équivalent à trois mois de consommation pour chaque pays en vue de se mettre à l'abri des pénuries éventuelles. A ce titre d'illustration, on utilise des réservoirs de stockage de 30000 à 50000m<sup>3</sup> voire 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>. Compte-tenu du taux élevé de ces réservoirs, les activités de stockage sont considérées dans la plus part des cas comme des activités commerciales générant des ressources à travers des droits d'enlèvement pour rentabiliser les investisseurs de départ. Pour l'exploitation des réservoirs de stockage, il faut également prendre des précautions pour éviter l'évaporation des produits ou pour maintenir la fluidité de certains produits par réchauffage.

Le stockage du pétrole et du gaz consiste à immobiliser temporairement certains volume de pétrole ou de gaz dans des capacités de stockage appelées appareils à pression ou réservoir selon que le produit stocké est ou n'est pas sous pression. [2] Le stockage des hydrocarbures est non seulement nécessaire pour compenser les fluctuations d'approvisionnement dues à toutes sortes d'aléas lors de la production du transport et du raffinage, ou les variations de la consommation, qui dépendent notamment des conditions météorologiques. Il est aussi stratégique pour assurer un minimum d'autonomie énergétique du pays consommateur.

Donc le stockage doit être assuré aux différents étapes du cheminement du pétrole, depuis le puits de production jusqu'aux lieux de consommation.

Les dépôts pétroliers importants se trouvent essentiellement sur les lieux de production de pétrole brut, aux extrémités des oléoducs, dans les terminaux de chargement et de déchargement du pétrole, à proximité des raffineries .ces stockages concernent le pétrole brut, les charges, les coupes intermédiaires et les produits finis avant expédition.

## II.1 PARTIE I : BACS DE STOCKAGE :

### II.1.1 Présentation des réservoirs de stockage :

Un bac est un réservoir cylindrique et vertical destiné au stockage des hydrocarbures liquides.

### II.1.2 Equipement et accessoires des bacs :

**1. La robe :** La robe de bac est constituée par un empilage vertical de bandes de tôle soudées bout à bout, de largeur 1,8 à 2,4 m et de longueur pouvant atteindre 10 m. La robe est calculée pour résister à la pression latérale qui s'exerce sur elle quand le bac est rempli d'eau (épreuve) ou du produit, si ce dernier est plus lourd que l'eau.

L'épaisseur minimum de la robe doit assurer en plus la résistance au vent latéral et aux tremblements de terre.

Un bac de stockage est relativement vulnérable et peut s'affaisser en cas de grand vent, s'il n'est pas conçu pour y résister. Le schéma ci-dessous montre que l'épaisseur de la robe varie de la base au sommet.

**2. La virole :** C'est un anneau constitué de tôles dont la succession donne la robe.

**3. Cuvette de la rétention :** La cuvette de rétention est construite pour recueillir les produits qui peuvent accidentellement se répandre hors du bac de stockage. La cuvette de rétention du bac s'étale sur une superficie de 11600 m<sup>2</sup>.

**4. Le fond :** Le fond de bac est construit en plaques de tôle se recouvrant aux extrémités où elles sont soudées entre elles. Certains fonds de bacs sont protégés par une peinture bitumineuse interne. Le fond repose souvent sur une galette de gravier ou de sable revêtue d'un enrobé bitumineux permettant une étanchéité et une adaptation au contact de l'assemblage des tôles de fond.

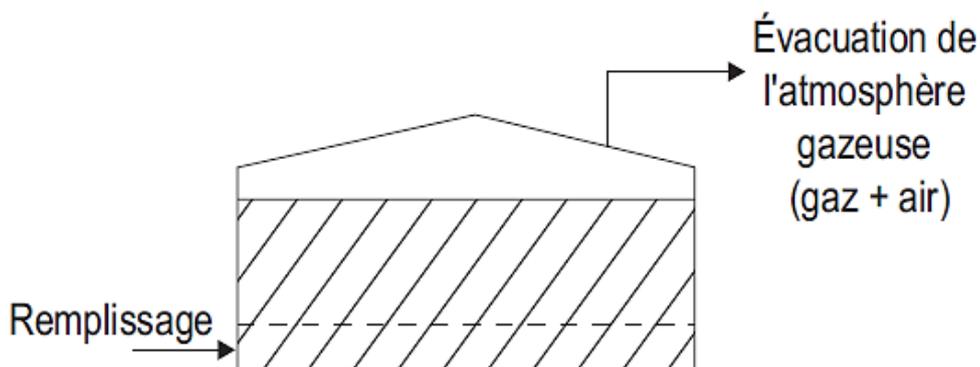
**5. L'assise :** C'est la fondation sur laquelle repose le réservoir.

**6. Le toit :** C'est la partie supérieure du réservoir, il est fait d'un assemblage de tôles. Il peut être fixe ou flottant. Le sommet des bacs est recouvert d'un toit qui peut être soit fixe, soit flottant. Quand le bac est destiné à stocker de l'eau, le toit est très souvent supprimé.

**7. Ceinture :** Les ceintures de renforcement sont nécessaires sur tous les réservoirs pour qu'ils conservent leur forme cylindrique : lorsqu'ils sont exposés aux vents les plus violents. Pour les bacs à toit fixe, les plaques de toit sont fixées sur la ceinture de renforcement. Pour les bacs à toit flottant, la ceinture de renforcement est destinée à empêcher la déformation des parois.

**8. Les événements :** Lors du remplissage ou de la vidange d'un réservoir, il faut éviter toute surpression ou dépression dangereuse. Il en est de même lors des variations de température qui provoquent des dilatations ou des contractions de volume de liquide stocké. [3]

La figure suivante II.1 montre le processus d'évacuation des gaz dans un réservoir.



**Figure II.1 :** Evacuation des gaz.

- 9. Les soupapes de respiration :** Le choix d'une soupape s'effectue en fonction du débit de passage admissible et de la pression que peut supporter le réservoir. En générale, les soupapes sont protégées par un grillage pour éviter toutes causes de blocage (feuilles, oiseaux, ...).

### II.1.3 Autre équipements :

#### 1. Béquille :

Lorsque la hauteur du liquide ne permet plus de maintenir le toit en flottaison, son support est assuré par des béquilles. Les bacs peuvent comporter deux types de béquilles :

##### a) Béquilles de supportage du toit :

Lorsque la hauteur du liquide ne permet plus de maintenir le toit en flottaison, son supportage est assuré par des béquilles. Le nombre de béquilles nécessaires dépend de la taille du bac.

##### b) Les béquilles casse vide ou événements automatiques :

Lorsque le toit repose sur les béquilles support le bac se comporte comme un bac à toit fixe. Des événements automatiques ou des béquilles casse-vidé permettent au bac de "respirer" lorsque le toit est en position basse. Leur hauteur est fonction de celle des béquilles support du toit.

#### 2. Evacuation des eaux pluviales :

Elle est faite par des flexibles ou des tubes articulés (Swing pipe). De plus, en cas de bouchage de ce système, un drain de sécurité permet à l'eau de s'écouler dans le produit afin d'éviter que le toit ne coule.

#### 3. Système de joint :

L'étanchéité entre le toit flottant et la robe du bac est assurée par des joints qui peuvent être réalisés différentes manières

**a) Joint mécanique (joint primaire) :**

Des patins d'acier viennent racler la paroi. L'étanchéité est réalisée par un joint élastomère flexible situé au-dessus du liquide et ne subissant pas de contrainte. Le joint est maintenu appliqué contre la paroi par un contre poids.

**b) Joint liquide (ou tube seal) :**

L'étanchéité entre la robe et le toit est maintenue par un "boudin" compartimenté rempli de kérosène ou de gazole. Ce dispositif est peu utilisé car en cas de percement, le joint perd son étanchéité.

**c) Joints secs (joints primaires et secondaires) :**

Ce sont les types de joints les plus utilisés. Ils sont constitués :

- De boudins remplis de mousse de polyuréthane (Joint primaire).
- Des tôles dites de compression (Joints primaires et secondaires).

**II.2 Classification des réservoirs :**

Les réservoirs utilisés sont classés selon trois critères :

- La pression développée par les produits stockés et supportable par le réservoir.
- La nature du toit du réservoir.
- Les capacités des réservoirs.

**II.2.1 Classification des réservoirs selon le critère de pression :**

Les produits pétroliers sont classés en quatre groupes suivant leur pression de vapeur. [4] A chaque classe ou groupe correspond des types particuliers de réservoirs qui se différencient essentiellement par la pression de service. La pression supportée par le réservoir est la somme de la pression hydrostatique créée par le liquide et la pression de vapeur.

La pression de vapeur doit varier dans les limites pour ne pas provoquer l'explosion du réservoir. Elle est maintenue entre ces limites par des soupapes.

Le tableau suivant II.1 montre la classification des réservoirs selon la pression :

Tableau II.1: Classification des réservoirs selon la pression.

CLASSEMENT DES PRODUITS STOCKES			TYPE DE RESERVOIRS CORRESPONDANTS
N° de classe	- Pression de vapeur au T° de stockage	Exemple de produits	
1	Pression de vapeur toujours supérieure à un bar	Propane	cigare
2	Pression de vapeur parfois légèrement inférieure à un bar	butane	Sphère
3	Pression de vapeur toujours inférieure à un bar mais non négligeable	Pétrole brut Essence	- réservoirs dit <<haut pression >> : Pression critique soupapes=180g/cm <sup>2</sup> . - réservoirs dit <<moyenne pression >> : pression critique soupape =25g/cm <sup>2</sup> .
4	Pression de vapeur négligeable	Pétrole lampant GO, huile de graissage, fioul, bitume.	Réservoirs à événements.

### II.2.2 Classification des réservoirs selon la nature des toits :

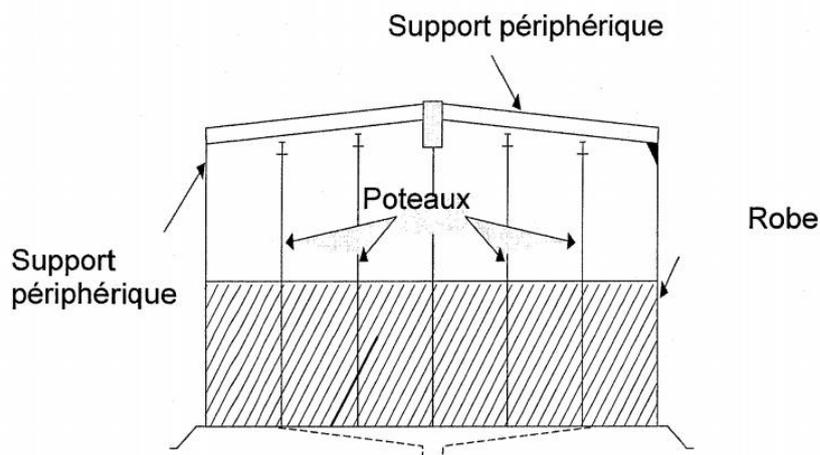
Selon l'utilisation du réservoir, il peut être à toit fixe, toit flottant ou toit fixe avec écran flottant.

#### 1. Toit fixe :

Le bac équipé d'un toit fixe du type conique, en ombrelle, ou en parasol, est le plus économique à installer. Le toit fixe est d'une construction simple et, selon la taille du bac, il peut être du type autoportant ou non.

Le toit autoportant conique a à peu près la forme d'un cône droit très plat et n'est supporté qu'à sa périphérie. Il n'est utilisé que pour des bacs de petits diamètres. (Même remarque pour toits autoportants, en dôme, ombrelle ou parasol).

Le toit conique supporté a approximativement la forme d'un cône. Les tôles du toit sont supportées par des profilés disposés en parapluie, supportés eux-mêmes par des profilés concentriques reposant sur des rangées de poteaux intérieurs. Plus le bac est grand, plus il faut de rangées de poteaux pour supporter le toit.



**Figure II.2:** bac a toit fix .

## 2. Toit flottant :

Ce type de toit est utilisé pour les réservoirs contenant des produits volatils. Ces réservoirs sont destinés à la classe trois (3). Le toit coulisse verticalement dans la robe et repose directement sur le produit dont il suit les niveaux de variation empêchant la formation de la phase gazeuse.

Un toit flottant est posé directement sur la surface du liquide. Il suit les mouvements de la montée et de la descente du produit.

Ils présentent trois avantages :

- Réduction des pertes par évaporation.
- Diminution des risques d'incendie.
- Diminution de la pollution atmosphérique (Odeurs).

Ceci est obtenu par l'élimination presque totale de l'espace vapeur au-dessus du liquide. Les pertes à l'atmosphère de produits volatils par "respiration" (vidange et remplissage alternatifs et changement de température entre le jour et la nuit) sont ainsi pratiquement éliminées.



**Figure II.3:** bac a toit flottant

Il existe différents types de toits flottants :

### 2.1 Toit à “simple pont” (Ponton annulaire) :

Un toit flottant à simple pont est constitué d'un ponton annulaire formé de caissons compartimentés et d'un caisson central. L'espace entre les caissons est constitué d'une surface métallique étanche formée de tôles soudées.

Le rapport entre la surface des caissons et la surface totale du toit est fonction de la taille du bac, et aussi de la portance offerte par le liquide stocké. On sait que cette portance (Poussée d'Archimède), dépend du poids du volume déplacé par le toit, donc de la densité du liquide stocké.

### 2.2 Toit à double pont :

Le toit à double pont est constitué par 2 couches de tôle d'acier, séparées par un espace vide d'environ 40 cm compartimenté en caissons indépendants renforçant la structure du toit.

Ce type de toit est préféré pour les bacs de grand diamètre pour les raisons suivantes :

- meilleure flottabilité en cas de surcharge (neige, pluie, ...).
- meilleur drainage des eaux de pluie.
- vulnérabilité moindre aux vents violents.
- meilleure isolation thermique durant la saison chaude limitant la vaporisation de produit.

2.3 Toit fixe avec écran flottant :

Ce type de toit va combiner les avantages du toit fixe et du toit flottant. Le toit fixe met le produit à l'abri de l'action des agents atmosphériques (eaux de pluie), l'écran interne se comporte comme le toit flottant. Ce type de toit est utilisé pour le stockage du Jet A1.

Ce type de réservoir présente les avantages des bacs à toit flottant en ce qui concerne les problèmes liés à l'évaporation et du toit fixe en ce qui concerne les problèmes liés aux intempéries. [5]

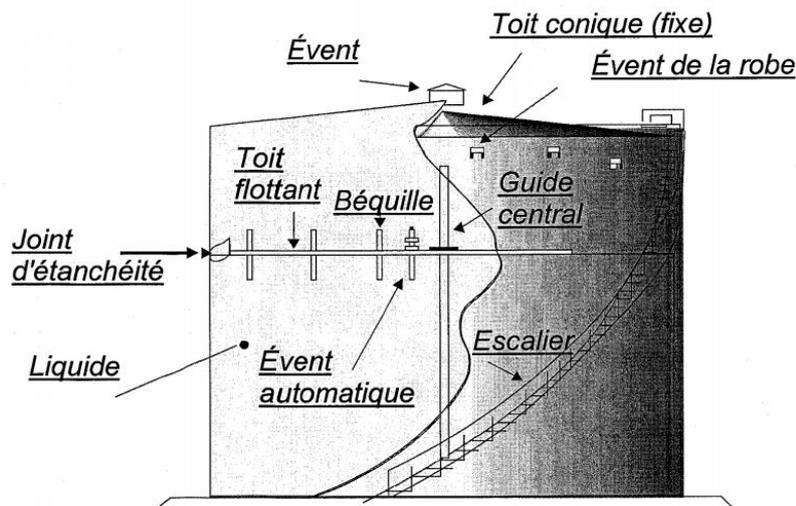


Figure II.4 : Bac à Toit fixe et à écran flottant.

Les différents types des produits stockés selon la nature de toit de bac sont mentionnés sur le tableau suivant [II.2] :

Tableau II.2 : Différents produits stockés par rapport aux bacs.

Bacs	Produits
<b>Toit fixe</b>	Liquides inflammables de catégorie C : (point éclair) PE 55°C et PE 100°C.Exemples : fuel,... Liquide peut inflammable de catégorie D : fuel lourds Autres produits avec un PE 100°C. Exemple : lubrifiant, bitumes,... Produits non inflammables ,Exemple : Acides, bases,....
<b>Toit flottant</b>	Liquides inflammables de catégorie B : PE 55°C. Exemple : essences, naphthas,....

<b>Toit fixe et écran flottant</b>	Mêmes produits que bac à toit flottant particulièrement sensible à la pollution par de l'eau Exemple : alcools, acétone,....
------------------------------------	---

### II.2.3 Classification selon la capacité des réservoirs :

Selon l'utilisation des réservoirs, on distingue deux types de réservoirs :

#### 1) Les réservoirs de stockage :

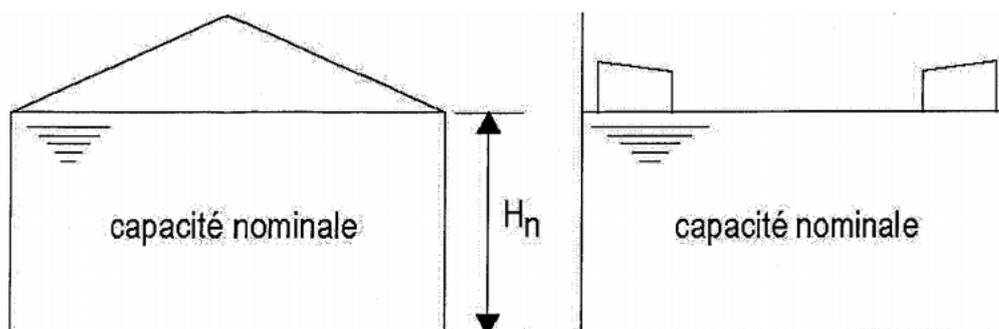
Ce sont des réservoirs de grandes tailles qui sont affectés aux activités de réception de produits en provenance de la raffinerie. Leurs capacités sont supérieures à 20000 m<sup>3</sup>. La capacité d'un réservoir de stockage peut être définie de plusieurs façons. On distingue en particulier :

- Capacité nominale.
- Capacité d'inventaire.
- Capacité utile.

##### 1. Capacité nominale :

C'est la capacité du réservoir correspond au volume théorique du bac, d'après le barème. [5]

La figure suivante [II.5] schématise les capacités nominales des réservoirs à toit fixe et à toi flottant :



**Figure II.5 :** Capacité nominal de réservoir à toit fixe et à toit flottant.

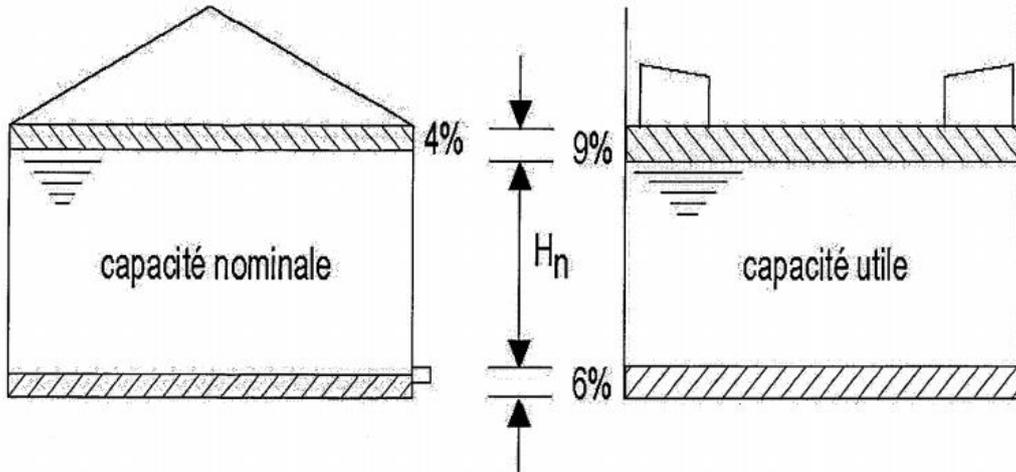
##### 2. La capacité d'inventaire :

Pour des raisons de sécurité (risque de débordement, expansion thermique des liquides,...), il est nécessaire de limiter la hauteur maximale exploitable des capacités à une valeur inférieure à 100% de la capacité nominale. [5]

A cette hauteur maximale correspond la capacité d'inventaire qui est couramment :

- Pour le bac : de 90 à 96% de la capacité nominale
- Pour la sphère : de 80 à 82% de la capacité nominale

La figure suivante [II.6] montre la différence entre la capacité nominale et la capacité utile :

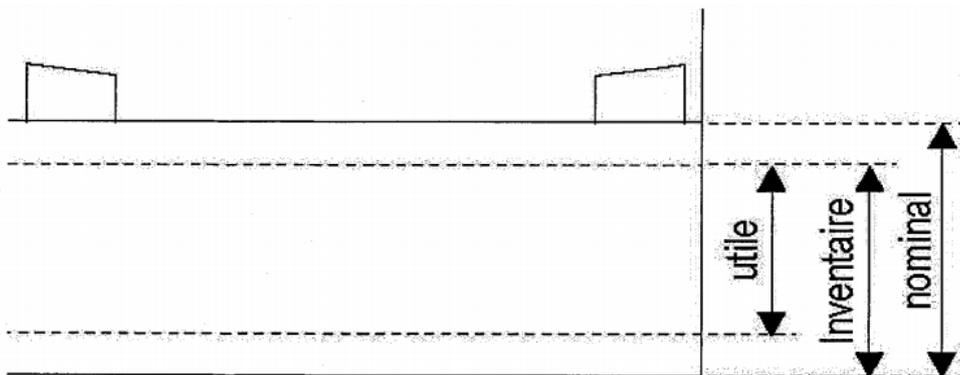


**Figure II.6 :** la capacité d'inventaire.

### 3. Capacité utile :

Le volume utile dépend du type de bac et de sa fonction et peut varier entre 80 et 90% du volume nominal.

Le schéma ci-dessous [II.7] illustre les différentes définitions de la capacité d'un réservoir de stockage. [5]



**Figure II.7 :** les différentes définitions de la capacité d'un réservoir de stockage.

## 2) Les réservoirs d'exploitation :

Ce sont des réservoirs de petites tailles destinés à des activités d'enlèvement de produits. Ils sont destinés à l'alimentation des postes de chargement de wagons-citernes et ou de camion-citerne. Ils reçoivent du produit en provenance des réservoirs de stockage.

### II.3 Equipement et accessoires des sphères :

Les sphères ce sont des capacités destinées au stockage du GPL et particulièrement du butane. Ils contiennent plusieurs équipements :

- Equipements d'accès : escaliers, gardes de corps et les échelles.
- Equipement de visite : trous d'homme.
- Equipement de mesure de niveau de produits : télé jauge (sphères équipées de télé jauges).
- Equipements de sécurité : les soupapes, les couronnes d'eau et de mousse, les paratonnerres.

### II.4 PARTIE II : DEFINITION DES DIFFERENTS RISQUES TECHNOLOGIQUES :

#### II.4.1 Définition risques technologiques :

Le risque technologique fait référence à la notion de danger qui est définie comme étant : «une situation physique et /ou chimique avec potentiel pour blessures pour les personnes, dommages des biens, dommages à l'environnement ».

Il englobe quatre types du risque :

#### 1) Risque nucléaire :

Le risque nucléaire est un événement accidentel, lié à l'utilisation de matériaux radioactifs, sources de rayonnements ionisants avec des risques d'irradiation ou de contamination pour le personnel, les populations, les biens et l'environnement

#### 2) Risque rupture de barrage :

Le phénomène de rupture de barrage correspond à une destruction partielle ou totale d'un barrage.

Les causes de rupture peuvent être diverses :

- Techniques : défaut de fonctionnement des vannes permettant l'évacuation des eaux, vices de conception, vieillissement des installations etc...
- Naturelles : séismes, crues exceptionnelles, glissements de terrain (soit de l'ouvrage lui-même, soit des terrains entourant la retenue.
- Humaines : insuffisance des études préalables et du contrôle d'exécution, erreurs d'exploitation, de surveillance et d'entretien, malveillance.

### 3) **Risque transport de matières dangereuses :**

Le risque de transport de matières dangereuses TMD, est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces matières par voie routière, ferroviaire, maritime, fluviale ou par canalisations.

### 4) **Risque industriel :**

Le risque industriel se caractérise par un accident se produisant sur un site industriel et pouvant entraîner des conséquences graves pour le personnel, les populations, les biens, l'environnement ou le milieu naturel.

## II.4.2 **Evaluation des risques technologiques liés aux installations industrielles d'hydrocarbures :**

### 1) **Définition d'hydrocarbure :**

Un hydrocarbure est un composé organique contenant exclusivement des atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). Les hydrocarbures possèdent en conséquence une formule brute de type :  $C_nH_m$  (n et m sont deux entiers naturels). [7]

L'inflammabilité des hydrocarbures les rend très utiles comme combustibles ; ils sont la source d'énergie primaire pour la civilisation d'aujourd'hui. Dans le monde, plus l'électricité est produite par la combustion de ces composés, ils sont utilisés pour propulser pratiquement chaque machine mobile : voitures, camions trains, avions et navires. Ils sont également utilisés dans la fabrication de nombreux autres produits chimiques et de matériaux. [8]

### 2) **Les risques de stockage d'hydrocarbure :**

#### II.4.2.2.1 **BOIL OVER :**

Le Boil-Over est un phénomène explosif lié aux incendies d'hydrocarbures. En présence d'un réservoir d'hydrocarbures en flamme, l'eau utilisée pour lutter contre l'incendie peut s'accumuler sous celui-ci du fait de la différence de densité des deux liquides. La chaleur de l'incendie est communiquée à l'eau qui peut se vaporiser brusquement en projetant des gouttelettes d'hydrocarbure enflammées dans l'air sous la forme d'une boule de feu. [8]

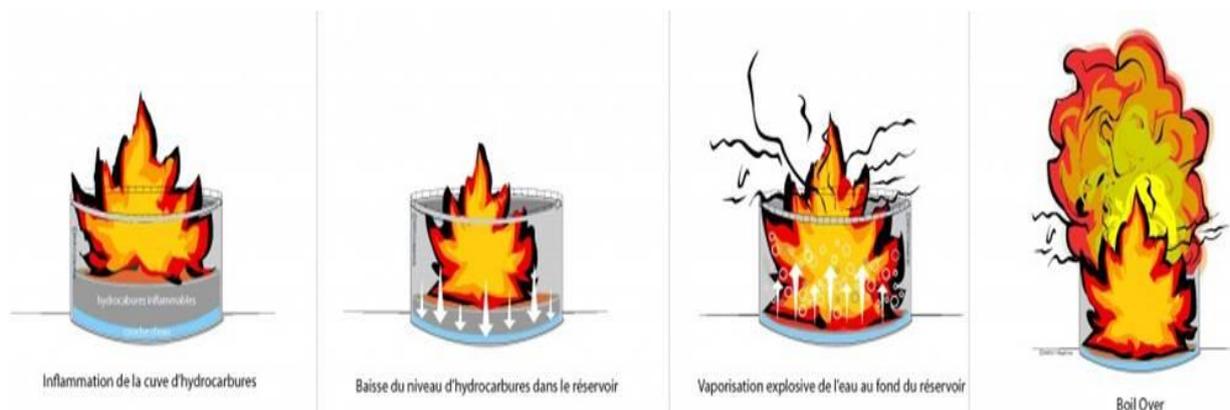
- **Les conditions nécessaires pour la naissance d'un Boil-Over :** [9]

Pour qu'un Boil-over se produise, 4 conditions doivent être réunies :

1. le feu du bac.
2. la présence d'eau à transformer en vapeur.

3. la création d'une onde de chaleur qui entre en contact avec le fond d'eau situé sous la masse d'hydrocarbures.
4. un hydrocarbure suffisamment visqueux que la vapeur ne puisse pas traverser facilement depuis le bas.

La figure suivante [II.8] montre les différentes étapes de déroulement de boil over :



**Figure II.8 :** Déroulement du boil over.

#### • Propension au Boil Over PBO :

Le calcul du **PBO** (Propension au Boil-Over) permet de déterminer si un liquide peut être à l'origine d'un boil-over. Lorsque le PBO calculé est inférieur à 0,6 il n'y a pas de danger. Par contre, lorsque celui-ci est supérieur à ce seuil, le boil over est possible.

Le facteur de propension au boilover appelé PBO est défini de la manière suivante : [10]

$$PBO = \left[ \left( 1 - \frac{393}{TBUL} \right) \left( \frac{\Delta TBUL}{60} \right)^2 \left( \frac{\nu_{HC}}{0.73} \right) \right]^{\frac{1}{3}}$$

où TBUL : Température moyenne d'ébullition de l'hydrocarbure (K),

$\Delta TBUL$  : Plage d'ébullition de l'hydrocarbure au-delà de 393 K,

$\nu_{HC}$  : Viscosité cinématique de l'hydrocarbure à 393 K

**Tableau II.3 :** PBO de boil over.

Hydrocarbure	PBO	Risque
Brut lourd	6,76	Oui
Brut moyen	4,24	Oui
Gasol/Diesel	1,20	Oui

Hydrocarbure	PBO	Risque
Kérosène	0,53	Non
Naphta	0,29	Non
Essence	-0,25	Non

#### II.4.2.2.2 Phénomène de Froth-over :

Le froth-over est un moussage causé par le passage d'eau dans le produit ou contenue dans le produit et vaporisée.

Ce phénomène n'est pas causé par l'incendie. Il peut tout simplement survenir sur des produits lourds réchauffés.

L'expansion de l'eau en vapeur, environ 1680 m<sup>3</sup> pour 1m<sup>3</sup>, est suffisante pour arracher la toiture de certaines capacités. Dans ce cas, l'émulsion peut être transformée en aérosol et s'enflammer au contact d'un point chaud.

Le froth-over peut également se produire lorsqu'il y a l'introduction accidentelle d'un produit léger dans un produit lourd réchauffé.

#### II.4.2.2.3 Phénomène de Slop-over :

Ce phénomène intervient durant l'extinction d'un feu impliquant des produits lourds. Si par inadvertance, des eaux d'extinction sont introduites dans la nappe en feu, il s'en suit un moussage de courte durée qui, en règle générale, provoque le débordement du contenu sans projection violente.

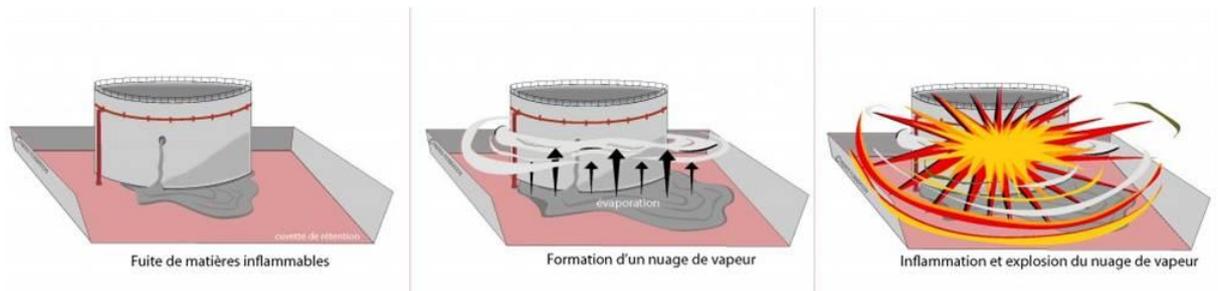
#### II.4.2.2.4 UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) :

Cela désigne une explosion de vapeurs non confinées. C'est l'explosion de nuages de gaz ou vapeurs dans l'atmosphère. Suite à une fuite de gaz inflammable (ex : rupture d'un réservoir de stockage), le mélange du gaz et de l'air forme un nuage explosible qui se diffuse. L'UVCE se produit quand ce nuage rencontre une source d'inflammation.

- **Les dangers associés :**

- Une onde de pression ;
- Des missiles ;
- Une boule de feu ;
- Rayonnement thermique

La figure suivante [II.9 ] montre les étapes de déroulement de l'UCVE :

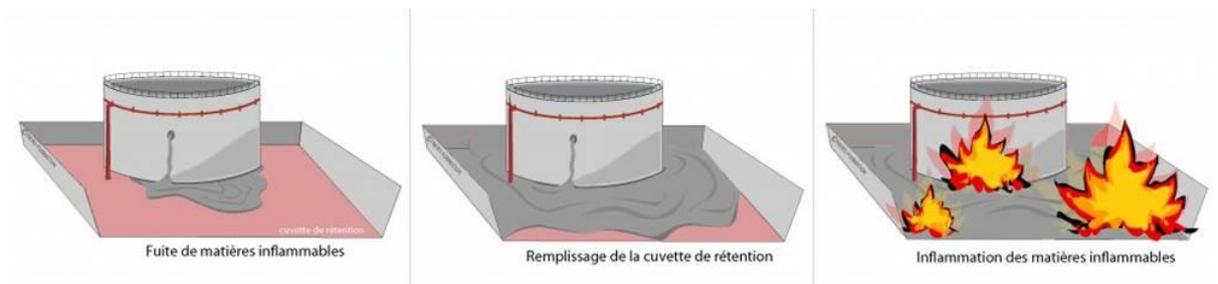


**Figure II.9 :** déroulement d'UCVE.

#### II.4.2.2.5 Le feu de nappe :

Lorsqu'une nappe de liquide inflammable prend feu, produite à la suite de la perte de confinement d'un réservoir par exemple, cet incendie peut générer des effets thermiques importants.

La figure suivante [II.10] montre les étapes de déroulement du feu de nappe :



**Figure II.10 :** feu de nappe.

#### II.4.2.2.6 L'effet domino :

Accident occasionnant un ou plusieurs autres accidents (exemple : explosion d'un bac provoquant un incendie dans un autre bac).

#### II.4.2.2.7 Explosion :

C'est une combustion de vapeurs inflammables, violente et très rapide, libérant en un temps très court une quantité d'énergie élevée ; elle peut être à l'origine d'un incendie.

- **Les conditions d'explosion :** [11]

Six conditions doivent être réunies simultanément pour qu'une explosion survienne :

- un confinement suffisant (en l'absence de confinement, on obtient un phénomène de combustion rapide sans effet notable de pression type boule de feu).
- la présence d'un comburant (on général l'oxygène de l'air).
- la présence d'un combustible.
- la présence d'une source d'inflammation.
- un combustible sous forme gazeuse, d'aérosol ou de poussières en suspension.
- L'obtention d'un domaine d'explosivité (domaine de concentrations de combustible dans l'air comprises entre la Limite Inférieure d'Explosion LIE et la Limite Supérieure d'Explosion LSE à l'intérieur duquel les explosions sont possibles).

#### II.4.2.2.8 Incendie :

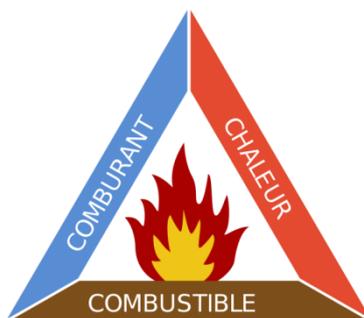
Un incendie est une combustion, qui émet de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants. [11] Pour qu'il se déclare, il faut que soient présents, simultanément sur le lieu de travail, les trois éléments :

- Un combustible, c'est-à-dire une matière capable de se consumer (Matériau de construction, bois, essence...),
- Un comburant qui, en se combinant avec le combustible, permet la combustion (oxygène, air...),
- Une source d'inflammation ou l'Energie qui va déclencher la réaction de combustion (Electricité, flamme nue, cigarette...).

- **Triangle de feu :**

L'absence d'un des trois éléments empêche le déclenchement de la combustion.

La suppression d'un des trois éléments arrête le processus. Le feu s'éteint de lui-même, s'il n'y a pas assez de comburant, si le combustible manque ou si le foyer est refroidi.



**Figure II.11:** triangle de feu.

**Les classes de feu : [6]**

**A** : Feux de matières solides (bois, papier, carton...).

**B** : Feux de liquides ou de solides liquéfiables (essence, mazout, goudron...).

**C** : Feux de gaz (butane, propane, gaz de ville...).

**D** : Feux de métaux (sodium, potassium...).

**F** : Feux liés aux auxiliaires de cuisson (huile, graisses végétales et animale...).

**II.4.2.2.9 BLEVE :**

Est une vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique.

**II.4.2.2.10 Le risque de débordement du produit :**

Le débordement des réservoirs est lié à la mauvaise gestion d'exploitation qui a pour causes :

- la négligence du contrôle manuel du niveau du réservoir qui ne s'est pas effectué à l'origine d'un mauvais fonctionnement du système de la jauge automatique
- le mauvais jugement de l'évaluation du niveau par rapport au débit du récepteur qui est dû à une fausse programmation de prise de jauge manuelle.
- le blocage des vannes de réception au niveau du « réservoir à préparer » qui est dû à une défaillance mécanique ou une rupture du courant.

**3) Les méthodes d'analyse des risques :**

L'analyse de risque est définie comme l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque.

- Identifier les sources des dangers
- Mettre en lumière les barrières de sécurité
- Estimer le risque
- Accepter le risque.

- **Les différentes méthodes d'analyse :**

Il existe plusieurs méthodes pour l'analyse des risques, en citant les plus utilisées :

- L'Analyse Préliminaire des Risques APR .
- HAZard OPerability HAZOP .
- L'Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leur Criticité AMDEC.

- L'Analyse par l'arbre des défaillances .
- **Méthode Organisée et Systémique d'Analyse des Risque MOSAR.....**

Une comparaison entre les différentes méthodes identifiées ci-dessous est faite dans le tableau suivant, à l'issue des présentations de chacune d'elles. [12]

**Tableau II.4 :** Tableau synthétique des caractéristiques des méthodes.

<b>Méthodes</b>	<b>Objectif principal</b>	<b>L'intérêt de la méthode</b>	<b>Limite de la méthode</b>	<b>Domaine d'application</b>	<b>Simplicité d'utilisation</b>
<b>APR</b>	Identifier les scénarios d'accident en présence de danger.	Outil adapté pour l'identification et la hiérarchisation.  Approche global de la gestion des Risques.	Ne convient pas pour une analyse détaillée des risques.	Tout type d'industrie.	Simple
<b>HAZOP</b>	Identifier les dangers suite à une déviation des paramètres d'un procédé.	Présente un caractère systématique et méthodique.	Destiner à des procédés fabrication dépendant de paramètres physiques et chimiques soumis à des contrôles.	S'applique aux industries de procédés (industrie chimique).	Simple
<b>AMDEC</b>	Identifier les effets des modes de défaillance des composants sur le niveau système.	Permet d'objectiver par des valeurs chiffres les risques potentiels et de mesurer ensuite les améliorations apportées.	Ne permet pas d'avoir une vision croisée des pannes possibles et de leurs conséquences.	Tous types d'industries.	Simple

<b>FTA</b>	Identifier les causes et combiner à partir de la définition d'un événement redouté au niveau système	Adapté une analyse détaillée d'un événement complexe. Constitue un outil de première Intention	Repose sur des notions de logique (et/ou) difficile ou à acquérir, et sur une représentation graphique qui ne peut être aisément mise en œuvre sans logiciel	Tout type d'industries	Complexe
<b>MOSAR</b>	Identifier les risques techniques d'une installation humaine et les moyens de prévention nécessaires pour les neutraliser	Identifier les moyens de prévention et de protection pour des événements prise en compte par la réglementation intègre le retour d'expérience dans la genèse de scénarios.	Appliquée à des installations industrielles	Installation industrielle	Simple

### II.4.3 Les causes / conséquences et effets des risques technologique liées aux installations industrielles des hydrocarbures :

#### 1) Cause :

Pour déterminer quelles défaillances pourraient être à l'origine d'un accident dans une installation industrielle des hydrocarbures, les possibilités ci-après devraient être envisagées :

- Erreurs humaines et défauts d'organisation
- Défaillance de certains composants
- Phénomènes naturels
- Actes de malveillance et de sabotage.
- Déviations par rapport aux conditions normales de fonctionnement
- Accidents extérieurs

- **Erreurs humaines et défauts d'organisation :**

Dans le fonctionnement d'une installation à risques d'accident majeur, le facteur humain revêt une importance fondamentale, tant pour les usines très automatisées que pour celles qui comportent un grand nombre d'opérations manuelles ; aussi l'exploitant devrait-il, en coopération avec les travailleurs et leurs représentants, étudier en détail les erreurs humaines et les défauts d'organisation possibles ainsi que leurs conséquences sur la sécurité.

Les possibilités d'erreur suivantes devraient être envisagées :

- a. Erreurs de manipulation (bouton-poussoir, leviers de commande, robinets) ;
- b. Neutralisation d'un système de sécurité en raison de fréquentes fausses alertes ;
- c. Confusion entre des produits dangereux ;
- d. Erreurs de communication ;
- e. Exécution défectueuse de travaux de réparation ou d'entretien ;
- f. Exécution d'opérations non autorisées, telles que travail à chaud ou modifications.

Les raisons pour lesquelles des erreurs humaines peuvent être commises devraient être également examinées. Il peut s'agir notamment :

- a. D'une méconnaissance des risques par les travailleurs ;
- b. De l'absence de méthodes de travail ou de l'application de méthodes de travail inappropriées ;
- c. D'une formation inadéquate des travailleurs ;
- d. De conditions de travail inappropriées ;
- e. D'un conflit entre la sécurité et la production ;
- f. D'un recours excessif aux heures supplémentaires ou au travail posté ;
- g. D'une conception ou d'une organisation inappropriée du travail, tel que l'isolement d'un travailleur ;
- h. D'un conflit entre la production et les travaux d'entretien ;
- i. De toxicomanie ou d'alcoolisme au travail.

- **Défaillance des composants :**

L'une des conditions fondamentales de la sûreté d'une installation est que les composants puissent supporter toutes les conditions de fonctionnement spécifiées de façon à assurer le confinement de tous les produits dangereux utilisés.

A titre d'exemples, les causes suivantes de défaillance devraient être examinées dans l'étude des dangers :

- a. Conception inappropriée relativement à la pression interne, aux contraintes extérieures, à la corrosion, à l'électricité statique et à la température.
- b. Dégradation mécanique de composants tels que les réservoirs ou les tuyauteries due à la corrosion ou à des chocs extérieurs.

- c. Dysfonctionnement de composants tels que les pompes, les compresseurs, les soufflantes ou les agitateurs.
- d. Dysfonctionnement de dispositifs et de systèmes de commande et de régulation (capteurs de pression et de température, régulateurs de niveau, débitmètres, unités de commande et de contrôle, ordinateurs de processus).
- e. Dysfonctionnement de dispositifs et de systèmes de sécurité (soupapes de sûreté, disques de rupture, systèmes de décompression, systèmes de neutralisation, torchères).

- **Phénomènes naturels :**

Selon les conditions locales, l'exploitant devrait tenir compte, dès le stade de la conception, des phénomènes naturels suivants :

- a. Vent.
- b. Inondations.
- c. Séismes.
- d. Mouvements de terrain résultant d'activités minières.
- e. Très basses températures.
- f. Rayonnement solaire intense.
- g. Foudre.

Lorsque de tels risques existent dans la zone d'implantation de l'installation, les précautions nécessaires devraient être prises.

- **Actes de malveillance et de sabotage :**

Toute installation à risques d'accident majeur peut être la cible d'actes de malveillance ou de sabotage.

L'exploitant devrait prévoir, dès le stade de la conception de l'installation, des systèmes de protection contre de telles éventualités, y compris la surveillance du site.

- **Déviations par rapport aux conditions normales de fonctionnement :**

L'exploitant devrait procéder à un examen approfondi des modes opératoires (manuels et automatiques) afin de déterminer les conséquences que pourraient avoir des déviations par rapport aux conditions normales de fonctionnement.

A titre d'exemples, les possibilités de défaillance suivantes devraient être envisagées :

- a. Défaillance du système de surveillance des paramètres critiques du procédé (pression, température, débit, quantité, dosage des mélanges) et de traitement de ces paramètres (par exemple dans les systèmes de commande et de régulation automatiques) ;

- b.** Défaillance de l'alimentation manuelle en produits chimiques ;
- c.** Défaillance de l'alimentation en énergie et en fluides d'exploitation, notamment :
  - Fluide réfrigérant pour les réactions exothermiques ;
  - Vapeur ou fluide calorifique ;
  - Electricité ;
  - gaz inerte ;
  - Air comprimé (pour les instruments) ;
- d.** Défaillance des procédures d'arrêt ou de démarrage, pouvant donner lieu à des situations dangereuses dans l'installation ;
- e.** Formation ou introduction de sous-produits, de résidus, d'eau ou d'impuretés pouvant donner lieu à des réactions secondaires (par exemple polymérisation).

- **Accidents extérieurs :**

Pour garantir la sûreté de fonctionnement des installations à risques d'accident majeur, l'exploitant devrait accorder une attention particulière aux effets d'accidents extérieurs potentiels tels que :

- a.** Accidents de transport routier, ferroviaire ou maritime (en particulier de produits dangereux) ;
- b.** Accidents aux postes de chargement de produits dangereux ;
- c.** Accidents de transport aérien ;
- d.** Accidents dans des installations voisines, en particulier celles où sont mis en œuvre des produits inflammables ou explosifs ;
- e.** Impacts mécaniques, par exemple en cas de renversement d'une grue ;

## **2). Conséquences :**

Les conséquences de ces effets peuvent porter atteinte à la santé humaine, aux biens et à l'environnement.

### **1. Les conséquences économiques.**

Un accident industriel majeur peut altérer l'outil économique d'une zone. Les entreprises ou les routes voisines du lieu de l'accident peuvent être détruites ou gravement endommagées. Dans ce cas, les conséquences économiques peuvent être :

- les dommages matériels.
- des dommages au niveau des réservoirs.
- des pertes du produit stocké.

## **2. Les conséquences environnementales.**

Un accident industriel majeur peut avoir des répercussions importantes sur les écosystèmes. On peut assister à une destruction de la faune et de la flore terrestre ou aquatique, mais les conséquences d'un accident peuvent également avoir un impact sanitaire comme la pollution à cause de l'infiltration des hydrocarbures dans le sol et à la contamination des eaux souterraines.

## **3. Conséquences humaines (Mort blessé) :**

Il s'agit des personnes physiques directement ou indirectement exposées aux conséquences de l'accident. Elles peuvent se trouver dans un lieu public, chez elles, sur leur lieu de travail, etc. Le risque peut aller de la blessure légère au décès. Le type d'accident influe sur le type des blessures.

### **3). Effets :**

#### **1. Effets de surpression :**

Ils résultent d'une onde de pression (déflagration ou éclatement en fonction de la vitesse de propagation de l'onde de pression), provoquée par une explosion. Celle-ci peut être issue d'un explosif, d'une réaction chimique ou d'une combustion violente (combustion d'un gaz ou d'un nuage de poussières), d'une décompression brutale d'un gaz sous pression (éclatement d'une bouteille d'air comprimé par exemple).

Les effets de surpression peuvent être directs et provoquer des lésions aux tympans et aux poumons, la projection de personnes à terre ou contre un obstacle. Ils peuvent être aussi indirects, comme par exemple l'effondrement des structures ou l'impact de projectiles sur des personnes.

#### **2. Eclats et projectiles :**

Ils résultent d'une surpression suite à une onde de choc (déflagration ou détonation), provoquée par une explosion. Les lésions aux tympans, aux poumons, en sont les conséquences principales.

#### **3. Effets thermiques et effet de souffle sur le site :**

Ils sont liés à la combustion plus ou moins rapide d'une substance inflammable ou combustible. Ils provoquent des brûlures internes ou externes, partielles ou totales des personnes exposées. Ils peuvent enflammer des structures voisines.

#### **4. Effets toxiques :**

Ils résultent d'une fuite sur une installation ou du dégagement d'une substance toxique issue d'une décomposition chimique lors d'un incendie ou d'une réaction chimique.

L'inhalation constitue généralement le risque toxique le plus important pour les populations exposées, les conséquences qui découlent peuvent être, par exemple : une détresse respiratoire, un œdème du poumon, une atteinte au système nerveux central, etc.

#### **II.5 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons tenté de donner la vision la plus complète possible, des différents risques technologiques liés aux réservoirs de stockage. Pour qu'il soit une base solide et une approche introductive aux chapitres qui suivent. Etant donné, la définition des différents accessoires et équipements des bacs de stockage, les différentes méthodes d'analyses de risque, les causes, les conséquences et les effets de ces risques technologiques.

**Chapitre III :**

**Retour d'expérience sur  
l'accidentologie des réservoirs de  
stockage.**

### III. Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de saisir tout accident, incident, anomalie pour en retirer le maximum d'informations pour éviter que ces mêmes accidents se reproduisent dans d'autres installations.

L'accidentologie présente les accidents survenus sur les installations de stockage d'hydrocarbure.

L'étude de l'accidentologie est souvent très riche en enseignement et permet d'étayer l'analyse des risques. Elle fournit notamment de nombreuses informations sur :

- La nature des événements pouvant conduire à la libération des potentiels de dangers ;
- La pertinence des barrières de sécurité qui peuvent prévenir, détecter ou contrôler l'apparition d'un phénomène dangereux ou en réduire les conséquences
- Les conséquences potentielles d'un événement redouté.

Ces accidents sont ceux enregistrés dans la base de données "Analyse Recherche et Information sur les Accidents" (ARIA) gérée par la Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable Français. [13]

Cette base recense les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu, porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement.

#### III.1 Analyse de l'accidentologie :

L'accidentologie des gros dépôts est abondante. L'accident le plus spectaculaire est survenu au Venezuela en 1982 (200 morts et des dégâts considérables) sur un bac à toit fixe de FO de 40 000 m<sup>3</sup> (explosion du ciel gazeux, feu de bac, et boil over).

Un autre a touché le dépôt d'Edouard Herriot en France en 1987 faisant 2 morts et 15 blessés graves avec un boil over spectaculaire et a servi comme modèle pour la modélisation des accidents touchant ce type de stockage en France. A titre d'information, sur environ 380 dépôts pétroliers en France en 1990, ont été dénombrés de 1968 à 1991, 8 grands feux dont 3 ayant pour origine l'exploitation normale de l'établissement.

Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'aucun de ces feux n'a entraîné ni de pollution des eaux ou des sols, ni de dégâts importants à l'extérieur des sites

Près de 86% d'accidents affectant des réservoirs d'hydrocarbures liquides, soit 239 cas d'accidents sur 278, ont donné lieu à un incendie, une fuite ou une explosion.

La répartition de ces principaux phénomènes est recensée comme suit :

- 28% fuites

- 21% explosion (ce phénomène correspond essentiellement à l'explosion de la phase gazeuse des réservoirs à toit fixe)
- 51% incendies Un accident, même s'il se généralise parfois à tout un parc de stockage, a en générale un équipement précis, la nature des équipements mis en cause est reportée comme suit :
- 62% des réservoirs à toit fixe
- 26% des réservoirs à toit flottant
- 4% tuyauteries
- 8% autres

Ces statistiques mettent en évidence la prépondérance des accidents affectant les réservoirs à toit fixe. Au-delà du type d'événement et d'équipement généralement mis en cause, la répartition quant aux circonstances, et aux opérations en cours au moment de l'accident sont:

- 41% marche normale
- 18% coulée produit
- 12% maintenance
- 11% non connu
- 8% autres
- 6% chargement déchargement

Les tableaux suivants listent les différents accidents relatifs aux bacs à toit fixe et toit flottant à une échelle mondiale :

Tableau III.1: Liste des accidents relatifs aux réservoirs à toit fixe.

N°	Accident	Type d'incident	Equipement /installation impliquée	Cause	Conséquence
1	<p><b>N° 4725710/10/2015FRANCE - 44 - DONGES</b>  <b>C19.20 - Raffinage du pétrole</b>            Déformation d'un bac d'hydrocarbures            Dans une raffinerie, vers 3h30, un rondier constate des fumées et des lueurs au niveau d'un bac. L'obscurité alliée aux phénomènes observés laisse penser à un incendie. Le POI est déclenché à 3h45. Un produit chaud et léger a été injecté involontairement dans un bac à toit fixe de 10 000 m<sup>3</sup> de gazole en cours de remplissage (937 t) lors du démarrage d'une unité d'hydrodésulfuration. Le bac monte en température. Une caméra infra-rouge mesure 70 °C sur la partie haute du réservoir avec. Les secours internes réalisent un tapis de mousse à l'aide des boîtes dédiées. Ils refroidissent la capacité. Une déformation est observée en partie haute du bac. Une rupture de soudure entre la robe et le toit sur un tiers de sa circonférence a provoqué une entrée d'air. La température étant stable, le POI est levé à 8 h. Le bac est surveillé durant 2 jours. Un traçage trop efficace ? La stagnation pendant plusieurs jours de produit dans des portions de lignes tracées pourrait être un facteur aggravant (surchauffe avant déversement dans ce stockage). Compte tenu des phénomènes dangereux pouvant survenir sur ce type d'installation, l'hypothèse d'une explosion de vapeurs inflammables provoquant les dégâts constatés est émise par l'exploitant.</p>	Incendie	Réservoir de gazole	Erreur humaine	Dommages matériels
2	<p><b>N°11653 - 02/08/1992 - ETATS-UNIS - 00 - CHALMETTE</b>  <b>C19.20 - Raffinage du pétrole</b>            A la suite d'un sur-remplissage dû à une erreur de jaugeage, un bac d'essence à toit fixe déborde ;            85 m<sup>3</sup> d'hydrocarbures se répandent dans la cuvette de rétention. La nappe est recouverte de mousse puis pompée dans des tonnes à vide. Une petite quantité s'infiltré dans le sol.</p>	Fuite	Réservoir d'essence	Défaillance matérielle (Erreur de jaugeage)	Pollution

3	<p><b>N°27991 - 21/02/1978 - NC - 00 - NC</b>  G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes  Dans un parc de stockage d'hydrocarbures liquides comportant 50 réservoirs, un incendie se produit à partir d'un réservoir à toit fixe. Lors d'une réception de produit par pipeline et à la suite d'une erreur opératoire, la vanne d'un réservoir déjà plein est ouverte et le transfert à partir du pipe commence à un débit moyen de 1 800 m<sup>3</sup>/h. 15 min plus tard, l'erreur est détectée mais le réservoir déborde : le produit se répand par les événements du bac dans la cuvette de rétention. La fuite s'enflamme et l'incendie se propage au reste du dépôt. Le site est détruit aux 2/3.</p>	Incendie	Réservoir d'hydrocarbures	Erreur humaine (Erreur opératoire)	Dompage matériel
4	<p><b>N°12223 - 24/09/1977 - ETATS-UNIS - 00 - ROMEOVILLE</b>  C19.20 - Raffinage du pétrole  Dans un dépôt pétrolier, la foudre frappe vers 2h15 le bac à toit fixe n°413, de 58 m de diamètre et 16 m de haut, presque plein de gazole. Le toit du réservoir explose et les fragments projetés propagent l'incendie au bac d'essence n°115 de 33 m de diamètre. Les secours refroidissent un réservoir voisin de butane-butène et le bac n°312. Ce dernier prend feu vers 4 h. Dans la matinée, les pompiers débutent une attaque à la mousse sur la surface du bac n°115 : le feu est maîtrisé vers 13 h. Le lendemain matin, vers 2h25, les secours injectent de la mousse en pied du bac n°413, le débit d'injection doit être diminué du fait de phénomènes de cavitation dans une des pompes mais le feu est maîtrisé en 15 min et quasiment éteint en 1h30. Quelques petites poches de feu subsistent cependant au niveau des fragments de toit tombés dans le bac. Suite à une pénurie en émulseur, le bac s'embrace de nouveau. Une 2ème attaque à la mousse, par injection en pied de bac et projection sur la surface en feu, débute vers 18 h. L'incendie est éteint à 22h30.</p>	Explosion	Réservoir de gazole	Agression externe (foudre)	Dompage matériel
5	<p><b>N°9386 - 01/01/1975 - ETATS-UNIS - 00 - BIG SPRINGS</b>  ZZZ.ZZ - Origine inconnue  Un boil-over se produit sur un réservoir pétrolier à Big Springs en 1975.</p>	Boil-over	Réservoir d'hydrocarbure	Inconnue	Dompage matériel
6	<p><b>N°9385 - 01/01/1958 - ETATS-UNIS - 00 - SIGNAL HILL HANCOCK</b>  ZZZ.ZZ - Origine inconnue  Un boil-over se produit sur un réservoir pétrolier. Dix-sept des 32 bâtiments sont détruits. Deux personnes sont tuées. Le coût global de l'accident est estimé à 39 millions de dollars.</p>	Boil-over	Réservoir d'hydrocarbure	Inconnue	Dompage matériel Victimes (deux morts)

**Tableau III.2:**Liste des accidents relatifs aux réservoirs à toit flottant.

N°	Accident	Type d'incident	Equipement /installation impliquée	Cause	Conséquence
1	<p><b>N° 17451 - 17-03-2000 - 68 - VIEUX-THANN</b></p> <p><b>Naf 20.13 :</b> Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base</p> <p>Lors d'un dépotage dans une usine chimique, 50 l de fioul débordent d'un réservoir et se déversent dans le réseau d'eaux pluviales rejoignant le canal usinier du site se jetant dans la THUR. Le bassin de rétention de l'usine est mis en œuvre, les pompiers installent des barrages de paille et des boudins. La pollution sera maîtrisée après 2 h d'intervention. La gendarmerie effectue une enquête.</p>	Débordement et déversement	Réservoir de fuel	inconnue	Pollution
2	<p><b>N° 44674 - 29-05-2013 - 57 - HAUCONCOURT</b></p> <p><b>Naf 52.10 :</b> Entreposage et stockage</p> <p>Dans un dépôt d'hydrocarbures, le contenu d'un bac de fioul domestique est transféré dans le bac voisin en préparation d'une opération décennale. Lors du transfert du volume résiduel, réalisé par une pompe mobile, l'un des deux flexibles de raccordement aux deux bacs se rompt et 6 m³ de fioul se répandent dans la rétention du bac initial. L'exploitant arrête le transfert et ferme les vannes de purges des bacs. La cuvette de rétention est mise en eau pour limiter l'infiltration de fioul dans le sol. Une société spécialisée pompe la rétention et récupère 4 m³ de fioul. La rétention est ensuite laissée en eau. Des irisations sont</p>	Epanchage	Bac de fioul	Rupture de flexible de raccordement entre les 2 bacs	Pollution

	<p>présentes sur les dalles autour du bac et des résurgences de produit ont lieu dans la rétention. Du fioul est également présent au-delà du chemin de dalles. L'inspection des installations classées est informée. Au moment de l'incident, le flexible était en appui sur un muret. Les vibrations causées par la pompe de transfert ont provoqué la cassure de la spire extérieure du flexible puis la déchirure de ce dernier. Le flexible était certifié pour résister à une pression de service largement supérieure aux 2 bar imposés par la pompe mobile. L'exploitant modifie la procédure de transfert de bac à bac pour imposer une surveillance systématique et continue pendant toute la durée d'intervention par un surveillant désigné, une vérification visuelle supplémentaire du flexible, et une vérification de l'ensemble de l'installation de pompage par un responsable avant mise en œuvre du transfert afin de vérifier que le positionnement du flexible ne génère une zone de frottement ou un point de pression. Des prélèvements de sol sont réalisés pour déterminer une éventuelle pollution du terrain.</p>				
<p>3</p>	<p><b>N° 41873 - 09-03-2012 - 08 - POIX-TERRON</b></p> <p><b>Naf 22.19 :</b> Fabrication d'autres articles en caoutchouc</p> <p>Une fuite de propane se produit vers 21 h sur la purge de l'un des 3 réservoirs de GPL de 3,2 m<sup>3</sup> d'une entreprise spécialisée dans la fabrication de pièces en caoutchouc ; le stockage est implanté à 80 m des bâtiments. Un périmètre de sécurité de 100 m est mis en place et 17 employés de l'établissement sont évacués ; l'alimentation électrique du site est interrompue. Les pompiers colmatent la fuite et effectuent des mesures d'explosimètre qui ne révèlent pas de risque d'explosion ; une légère émission résiduelle subsiste néanmoins. L'alimentation en électricité de l'entreprise est rétablie et les salariés peuvent reprendre leur</p>	<p>Fuite de propane sur un site industriel.</p>	<p>réservoir de GPL</p>	<p>Inconnue</p>	<p>interruption de production</p>

	<p>activité ; la production est interrompue durant 2 h. Un technicien du fournisseur de GPL obture finalement la fuite à 5h30.</p>				
4	<p><b>N° 40633 - 12-07-2011 - 93 - LA COURNEUVE</b></p> <p><b>Naf 52.10 : Entreposage et stockage</b></p> <p>Un feu se déclare vers 15h30 dans un dépôt de poids lourd de 800 m<sup>2</sup> abritant notamment un stockage d'hydrocarbures. Des explosions se produisent et une importante fumée envahit un tunnel. La circulation est interrompue sur l'A86 et la N2, ainsi que sur la ligne ferroviaire Argenteuil-Valenton et celle du RER B. L'intervention mobilise plus de 120 pompiers et 8 lances ; l'incendie est éteint vers 18h20. Le préfet s'est rendu sur les lieux. Le pont autoroutier est endommagé : les joints de dilatation ont souffert de la chaleur et les caméras de surveillance sont hors-service. Des spécialistes devront contrôler l'ouvrage avant sa réouverture ; la circulation sur l'A86 est suspendue dans l'attente des réparations. Un employé du dépôt aurait effectué une soudure alors qu'il se trouvait à proximité d'hydrocarbures.</p>	Feu	Dépôt de stockage	Erreur humaine (travaux de soudure)	Explosions Dégâts matériels
5	<p><b>N°47493 - 16/12/2015 - FRANCE - 67 - STRASBOURG</b></p> <p><b>H52.10 - Entreposage et stockage</b></p> <p>Vers 15 h, un feu se déclare dans un dépôt pétrolier. L'incendie est localisé entre une locale pomperie en travaux et un bac de 7 000 m<sup>3</sup> d'essence. Le POI (Plan d'Opération Interne) est déclenché. Le dépôt est mis en sécurité et 20 personnes sont évacuées du site. L'exploitant</p>	Incendie	Réservoir d'essence	Erreur humaine (travaux de soudure)	Victimes Dommage matériels Pollution

	<p>met en œuvre 2 lances. Les réservoirs proches du sinistre sont refroidis. Les pompiers réalisent un tapis de mousse dans la pomperie. L'incendie est éteint à 16h15. Deux intervenants brûlés sont transportés à l'hôpital. Un autre se blesse légèrement durant l'intervention. Les eaux d'extinction sont collectées et traitées sur site. Des travaux de soudure à l'origine du départ de feu En vue du raccordement de la nouvelle locale pomperie aux tuyauteries d'essence, des travaux étaient en cours. Des mesures de prévention avaient été prises pour sécuriser le tronçon : vidange et platinage de la ligne, pose d'obturateur puis mise en eau de la tuyauterie. Durant les opérations de soudage, de l'eau était injectée via l'obturateur et rejetée par un évent en point haut. Selon les premiers éléments établis par l'exploitant, des résidus d'essence auraient été présents dans la tuyauterie au niveau d'un point bas non identifié. Cela, malgré le protocole de nettoyage et les mesures d'explosivité réalisés. Lors de la mise en eau de la tuyauterie, une partie de l'essence, se serait logée derrière l'obturateur. Par ailleurs, un sous-dimensionnement de l'évent aurait causé une montée en pression de la ligne lors de sa mise sous eau. L'obturateur n'étant pas dimensionné pour cette surpression, des vapeurs d'essence s'en seraient échappées. Celles-ci se seraient ensuite enflammées au point chaud de la soudure. L'exploitant envisage qu'un affaissement ait provoqué la formation d'un point bas sur la tuyauterie</p>				
6	<p><b>N°8988 - 30/05/1996 - FRANCE - 76 - LE HAVRE</b></p> <p><b>H52.10</b> - Entreposage et stockage</p> <p>Trois ouvriers d'une entreprise de maintenance réparent le toit flottant d'un bac d'essence vide de 30 000 m³ préalablement isolé, dégazé et lavé quand une explosion de type flash se produit. Le POI est déclenché. Les ouvriers parviennent à s'échapper mais leur véhicule est</p>	Explosion	Réservoir d'essence	Erreur humaine	Dommage matériels

	<p>incendié. Des morceaux de toit sont projetés à une centaine de mètres. Les pompiers refroidissent à l'eau les canalisations et bacs voisins et notent une mauvaise qualité des émulseurs disponibles. Les produits d'extinction restent dans la cuvette. Le feu est éteint en une dizaine de minutes. Une surveillance est maintenue toute la nuit. L'arrêt des travaux de même nature est ordonné. Les dommages matériels s'élèvent à 9 MF</p>				
<p>7</p>	<p><b>N° 39853 - 17-01-2011 - 67 - STRASBOURG</b></p> <p><b>Naf 19.20 : Raffinage du pétrole</b></p> <p>Dans la zone portuaire d'un dépôt d'hydrocarbure classé Seveso, un marinier constate vers 13h45 la présence d'une tâche d'hydrocarbure autour de sa barge en cours de chargement de fioul domestique. Suspectant une fissure de la coque, il transfère le contenu du compartiment fuyard (volume 118 m<sup>3</sup>) vers un autre compartiment de la barge ; 150 l de fioul se sont déversés pendant 10 minutes dans la darse où se trouve la barge, provoquant une irisation de 500 m<sup>2</sup> à 150 m des berges. La darse est reliée au RHIN par un chenal. L'exploitant du dépôt, alerté par le marinier, déclenche son POI et informe l'inspection des IC qui se rend sur place. Il met en place un barrage flottant absorbant autour de la barge. Les services de secours, également prévenus, interviennent à 14h10 avec une quinzaine d'hommes , une cellule mobile d'intervention chimique (CMIC) et des moyens de pompage. Une tentative de pompage de la nappe échoue en raison de sa trop faible épaisseur (&lt; 1mm). Les pompiers disposent alors des plaques de buvard absorbant pour récupérer le fioul contenu par le barrage autour de la péniche. Un bateau du gestionnaire du port fluvial arrive sur les lieux vers 18h20 et pulvérise un produit dispersant sur le fioul qui s'est répandu dans la darse. Cette opération permet de diluer le fioul</p>	<p>Fuite</p>	<p>Compartiment fuyard de fioul</p>	<p>Fissure de coque</p>	<p>Pollution</p>

	<p>dans la colonne d'eau, favorisant ainsi sa dégradation naturelle. L'exploitant fait éliminer les plaques de buvard dans un centre agréé.</p>				
--	---	--	--	--	--

### III.2 Analyse de l'accidentologie des réservoirs de stockage en Algérie :

En Algérie, le reporting des incidents et accidents technologiques se fait par les compagnies elles-mêmes appartenant à ce secteur mais, récemment une nouvelle directive du Ministère de l'Energie et des Mines a obligé ces compagnies de reporter quotidiennement tous types d'accident.

L'étude statistique de 61 accidents dans notre base de données accidentelle est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau III.3:**Retour d'expérience sur l'accidentologie des réservoirs de stockages en Algérie.[14]

<b>Répartition selon le type de l'installation</b>	
Dépôt	48%
Raffinerie	44%
Autres	8%
<b>Répartition des accidents par phénomènes</b>	
Explosion	49%
Incendie	39%
Inconnue	12%
<b>Répartition des accidents par type de stockage</b>	
Atmosphérique	85%
Sous pression	15%
<b>Répartition des accidents par la cause</b>	
Fuite	51%
Rupture	3%
Fissure	2%
Foudre	11%

Autres	33%
<b>Répartition des accidents par conséquences</b>	
Mortelles	36%
Non mortelles	64%

**III.3 Conclusion :**

La majorité des accidents survenus sur le stockage des hydrocarbures a donné lieu à des incendies, des fuites et des explosions ; les matériels concernés par les accidents sont : les bacs à toit fixe (plus dangereux) et les bacs à toit flottant. Ces accidents font généralement suite à des défaillances humaines et matérielles ou bien à des conditions météorologiques défavorables.

**Chapitre IV :**  
**Analyse des risques et**  
**Modélisation.**

#### IV. DESCRIPTION DE L'UNITE DE STOCKAGE :

La zone de stockage d'hydrocarbure de CDS REMCHI occupe une superficie de **2 500 m<sup>2</sup>**, divisée en deux (02) aires de stockage comportant **18 bacs** d'une capacité globale nominale de **38 350 m<sup>3</sup>**. [1]

- L'ancienne zone (Z1) a été mise en service en 1983, elle comporte 09 bacs, d'une capacité totale de 12 100 m<sup>3</sup>, 04 bacs de gasoil, 01 bac essence normal, 02 bacs super et 02 bacs super sans plomb.
- La nouvelle zone (Z2) d'extension mise service en 1998, compte 09 bacs dont 01 super sans plomb, 03 essences super, 02 essences normales (vide) et 03 gasoils.

Pour ce qui est des cuvettes de rétention, il en existe plusieurs au niveau de chaque zone. Les bacs de même contenance sont entourés par une cuvette de rétention, en plus des différents équipements suivants :

1. Aire Pomperie de **200 m<sup>2</sup>** (15 pompes de marque GUINARD).
  2. Postes de chargement (25 bras  $\Phi$  4" : - 25 volucompteurs marque SATAM) : Le centre CDS REMCHI comporte six postes de chargement
    - Le premier poste est réservé pour le chargement Jet, il est composé de deux bras.
    - Les cinq autres postes de chargement sont réservés aux carburants : gasoil, essences super et normal. Chaque poste comporte quatre bras.
  3. Poste de déchargement (Nombre 04 + 01 JET A1).
  4. Salle de contrôle dotée de :
    - Un (01) tableau synoptique.
    - Un (01) pupitre zone carburants.
    - Un (01) pupitre zone carburants extension.
    - Un (01) Armoire incendie « Protection-Feu ».
- Le produit réceptionné est stocké dans des bacs aériens de différentes capacités. Afin de déterminer les quantités de produits à réceptionner, un jaugeage des bacs est effectué par l'opérateur du centre
  - Les produits sont stockés dans 18 bacs à pression atmosphérique et à température ambiante.

**Tableau IV.1:** Fiche technique du dépôt carburant (capacité de stockage).

PRODUIT	ZONE 1			ZONE 2			TOIT	TOTALE (m <sup>3</sup> )
	bac	Capacité (m <sup>3</sup> )	Hauteur (m)	Bac	Capacité (m <sup>3</sup> )	Hauteur (m)		
SUPER	TK6001	500	6.5	TK6021	2500	12.5	FLOTTANT	
	TK 6002	2500	12.5	TK6022	2500	12.5		
				TK6023	1200 (inexploité)	12.5		
<b>TOTAL</b>		3000			6200			9200
SUPER SANS PLOMB	TK6003	1200	8.5	TK6020	2500	12.5	FLOTTANT	
	TK6004	1200	8.5					
<b>TOTAL</b>		2400			2500			4900
ESSENCE	TK6005 inexploité	210	8.5	TK6017 inexploité	210	8.5	FLOTTANT	
				TK6018 inexploité	1240	10		
<b>TOTAL</b>		210			1450			1660
GAZOILE	TK6006	550	6.5	TK6014	8500	14	FIXE	PLUS  GROS  BAC
	TK6007	2350	12.5	TK6015	3800	12.5		
	TK6008	1240	10.5	TK6016	3800	12.5		
	TK6009	2350	12.5					
<b>TOTAL</b>		6490			16100			22590
<b>TOTAL</b>		12100			26250			38350

- **Les Hangars :**

Ils sont au nombre de quatre et se trouvent du côté Nord des deux zones de stockage, respectivement dans l'ordre suivant : Pneumatique, Lubrifiant, Maintenance et Technique.

Les principales caractéristiques des hangars sont les suivantes :

- **Stockage des produits conditionnés (Centre LP) :**

Superficie totale : <b>19.900 m<sup>2</sup></b> .	}	Hangar L	6.210 m <sup>2</sup>
		Hangar M1	5.940 m <sup>2</sup>
		Hangar M2	4.860 m <sup>2</sup>
		Hangar l	2.970 m <sup>2</sup>

- **Stockage lubrifiants capacité (Hangar 1) : 3.000 tonnes.**

- Fûts : 10 850 → 03fûts - palettes sur 03niveaux.
- Cartons : 49 870 → 20cartons - palettes sur 03niveaux

Ces capacités pourront être multipliées par deux (02) en y additionnant les hangars M2 & L destinés au préalable pour les engrais et phytosanitaires.

- **Stockage pneumatique capacité (Hangar L) : Environ 45.000 unités.**

## IV.1 ANALYSE DES RISQUES DE LA ZONE DE STOCKAGE :

### IV.1.1 IDENTIFICATION DES DANGERS :

Le but de cette partie est de présenter les risques internes et externes aux installations de l'installation afin d'identifier les potentiels de dangers, ce qui permettra de préparer l'analyse des risques en déterminant les situations dangereuses qui seront analysés.

Cette identification des potentiels de dangers suivra les étapes suivantes :

- Identification des risques liés aux différents produits stockés sur site. En plus de l'étude des caractéristiques intrinsèques de dangerosité de ces produits, nous décrivons les conditions dans lesquelles les substances à l'état isolé ou en mélange avec d'autres peuvent conduire à des incidents.
- Identification des risques liés aux équipements et aux conditions opératoires dans les procédés qui sont utilisés sur site. Sont également identifiés les risques générés par la perte des utilités (eau, électricité, air, gaz, etc.), par les opérations d'approvisionnements, par les technologies et par les équipements qui sont utilisés.
- Recherche des causes d'accidents éventuels sur les installations, liées à leur environnement extérieur, que cet environnement soit naturel, humain ou industriel.

Sont ainsi étudiés les risques liés aux établissements industriels voisins, à la foudre, au séisme, à l'inondation et aux conditions climatiques.

Pour identifier les dangers, les risques et leurs conséquences dans le dépôt de CENTRE CDS REMCHI, nous avons sélectionné les équipements critiques suivants :

- ✓ Stockages atmosphériques :
  - 18 bacs, réservoirs, cuves de stockage de carburants et de produits de 38.350 m<sup>3</sup>.
  - Les éléments de canalisations associés aux bacs et aux cuves de stockage.
  
- ✓ Enceintes sous pression : aucune
- ✓ Les compresseurs : contiennent et véhiculent des produits inflammables
- ✓ Les pompes centrifuges : celles véhiculant des produits inflammables
- ✓ Composants en rotation : rotor de moteur
- ✓ Lignes et tuyauteries :
  - Lignes en phases gazeuses ou vapeurs :
  - Lignes de refoulements de pompes et compresseurs
  
- ✓ Piquages
- ✓ Soupapes de sécurité : celles qui crachent directement à l'atmosphère
- ✓ Joints : brides : lignes, vannes.

#### **IV.1.2 Risques d'origine interne/externe :**

Le but de cette partie est de présenter les risques internes et externes induits par le fonctionnement normal et/ou dégradé de l'installation afin d'identifier les potentiels de dangers, ce qui permettra de préparer l'analyse des risques en déterminant les situations dangereuses qui seront analysés.

Dans le tableau synthétique suivant sont résumés les différents scénarios d'accidents graves d'origine interne ou externe :

Tableau IV.2 : Risques d'origine interne.

Cause/scenario	Situations dangereuses	L'accident	conséquences	Remèdes
Explosion de bac	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence d'un volume gazeux au-dessus de liquide.</li> <li>- Le gaz est porté à une température supérieure au point d'éclair.</li> <li>- Apport d'un comburant (oxygène de l'air).</li> <li>- Présence d'un point chaud</li> <li>- Résistance des parois élevées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explosion de la phase gazeuse</li> <li>- Incendie bac</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les conséquences sont comme pour les autres explosions, des effets thermiques et de pression des effets missiles.</li> <li>- Le risque de voir une nappe de liquide en feu se déverser brutalement suite à la rupture de bac.</li> <li>- Surpression dépassée.</li> <li>- Risque d'effet domino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installer un toit frangible qui se rompra pour une faible surpression et évitera une rupture globale du réservoir.</li> <li>- Prévention et condition exploitation.</li> </ul>
Stockage produits fuel ou gas-oil : perte de confinement par brèche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence des sources chaudes</li> <li>- Mauvaise état de la cuvette de rétention</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inflammation</li> <li>- Incendie</li> <li>- explosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- explosion produit libéré</li> <li>- incendie/explosion par effet domino usine et environnement</li> <li>- risque de létalité et dégât matériels importants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- contrôle cuvette de rétention.</li> <li>- propre prévention.</li> </ul>
Réseau électrique : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dysfonct,transfo</li> <li>- Echauffement câbles et moteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Présence matière combustible/inflammable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ignition</li> <li>- Incendie /explosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extension</li> <li>- Transfert point chaud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respect normes électriques</li> <li>- Contrôle règlement</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incident camion-citerne</li> <li>- Incendie /explosion du camion-citerne</li> <li>- Perte de confinement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie non maîtrisé</li> <li>- Distance réduite par rapport à un bac</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surchauffe de la surface de bac</li> <li>- explosion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- explosion</li> <li>- incendie</li> <li>- dommage aux structures</li> <li>- dégâts matériels</li> <li>- dégâts létaux</li> </ul>	<p>Consigne de sécurité dépotage</p>
Cause/scenario	Situation dangereuse	L'accident	conséquences	Remèdes
<p>Incendie d'un bac non maîtrisé</p> <p><b>BOIL OVER</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la présence d'eau au fond du réservoir susceptible d'être transformé en vapeur.</li> <li>- la création d'une onde de chaleur qui entre en contact avec le fond d'eau situé sous la masse d'hydrocarbure.</li> <li>- un hydrocarbure dont la température d'ébullition moyenne est suffisamment élevé.</li> <li>- un hydrocarbure suffisamment visqueux que la vapeur créée au contact de la zone chaude et de l'eau en fond de réservoir ne puisse pas traverser facilement depuis le bas du réservoir.</li> </ul>	<p>Boil over</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- boule de feu et projection de produit enflammé par boil over</li> </ul>	<p>Délais d'occurrence de boil over suffisamment lent pour générer l'onde de chaleur et l'amener au contact de l'eau pour enfin provoquer le boil over .ce délais peut être utilisé pour évacuer la population environnante</p>

Explosion des réservoirs d'un compresseur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Température enlevée</li> <li>- Formation de calamine</li> <li>- Formation des vapeurs d'huile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Explosion de réservoirs</li> <li>-Incendie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dommage aux équipements :</li> <li>- Soupapes, tuyauteries</li> <li>-Projection de métal</li> </ul>	Contrôle règlement appareil à pression
Incendie transformateur	Echauffement	Incendie diélectrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Risque limité au local</li> <li>-Projection de métal</li> </ul>	Protection HPC

**Tableau IV.3:** Risques d'origine externe.

Cause/scenario	Situation dangereuse	L'accident	conséquences	Remèdes
Accident installation voisine	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Perte de confinement gaz.</li> <li>-Vent favorable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sources chaudes.</li> <li>- Explosion par UCVE ou par BLEVE sur stockage sous pression éventuel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onde de choc</li> <li>- Missile</li> <li>- Boule de feu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventaire des risques chez le voisin.</li> <li>- Entraînement commun.</li> </ul>
Inondation site	Le site est sujet a pénétration d'eau		Pollution	
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Absence de dispositifs.</li> <li>-Circuit électrique et magnétique en marche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surtension.</li> <li>- Destruction de matériel.</li> <li>- Electrocutation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Explosion</li> <li>- Electrocutation</li> </ul>	Dispositif anti foudre à mettre en place
Séisme	La zone est classé zone d'alea fort	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragilisation de bac</li> <li>- Rupture fond/robe</li> <li>- Affaissement du terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déversement liquide</li> <li>- Sources chaudes</li> <li>- Feu de nappe</li> </ul>	Construction anti sismique

Glissement de terrain	-Zone de stockage bac -Sources chaudes	- Affaissement - Fissuration /rupture Fond/robe - Feu de cuvette - Boil over	- Incendie - Explosion	Vérifier stabilité du terrain assise
Malveillance	- Absence de gardiennage - Introduction par effraction	- Acte de vandalisme - Vols - Destruction des biens	- Incendie - Accident - Chute, blessures	- Gardien - Accès règlementé au site - Clôture - et sécurisation de site

#### IV.1.3 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES :

Dans le but de mieux maîtriser, contrôler et évaluer les risques et de réduire les dangers à leurs sources nous allons dans cette partie identifier de façon la plus exhaustive possible l'ensemble des risques liés aux installations de la zone de stockage, de classer ces risques grâce à une échelle de criticité et de faire éventuellement ressortir les scénarios les plus probables.

Un de ces scénarios sera mis en évidence et développé ultérieurement par un outil de modélisation afin d'en évaluer ses conséquences

##### 1) Analyse des risques :

La méthode APR permet d'identifier de façon détaillée et systématique l'ensemble des risques liés aux installations. Elle a pour but d'identifier les causes et la nature des accidents potentiels ainsi que les mesures de prévention et de protection nécessaires pour en limiter l'occurrence et la gravité.

##### 2) Classification des risques :

Le tableau suivant présente une classification des risques en fonction de leur probabilité d'occurrence (estimée) et de leur gravité. Il permet de hiérarchiser les mesures complémentaires proposées. La probabilité d'occurrence des risques et de leur gravité est estimée dans le tableau suivant. La criticité est le produit Probabilité X Gravité.

## 1. Principe d'attribution des critères de gravité :

- 1) Pour toute conséquence excédant les limites de l'établissement : NG = 5
- 2) Pour tout effet létal engendré entre la limite de l'établissement et le proche environnement : NG = 4
- 3) Pour les effets conséquences entraînant une destruction d'équipements ou d'installation : NG = 4 ou NG = 3.
- 4) Pour les effets conséquences entraînant des blessures, des phénomènes réversibles, des dégâts réparables : NG = 3.
- 5) Cas des effets conséquences ne dépassant pas le proche environnement : NG = 3 ou NG = 2.
- 6) Prise en compte de l'effet domino : lorsque l'effet conséquence induit un effet domino sur un autre équipement, le niveau de gravité retenu sera le niveau maximal entre celui de l'équipement intrinsèque et celui de l'équipement cible.

## 2. Echelle des risques et gravité :

Le tableau suivant montre les deux échelles de gravité et cette probabilité d'occurrence d'un risque. On rappelle qu'un risque est défini par une grandeur à deux dimensions associée à une phase précise de l'activité de l'installation étudiée et caractérisant un événement non souhaité par :

- L'évaluation des dommages potentiels aux personnes et des dégâts aux équipements, identifiée par son niveau de gravité NG.
- La probabilité d'occurrence, identifiée par son niveau de gravité NP

**Tableau IV.4:** échelles de probabilité et de gravité.

Niveau de Probabilité NP	Niveau de Gravité NG
<p><b>5</b> - événement fréquent (NP &gt; 10<sup>-4</sup>/heure)</p> <p><b>4</b>- événement fréquent peu fréquent (1 à plusieurs fois par an) 10<sup>-6</sup>&lt;NP&lt; 10<sup>-4</sup></p> <p><b>3</b>-événement rare : déjà produit sur des installations similaires 10<sup>-8</sup>&lt;NP&lt; 10<sup>-6</sup></p> <p><b>2</b> - événement extrêmement rare (nécessite une conjonction de conditions pour apparaître) 10<sup>-10</sup> &lt;NP&lt; 10<sup>-8</sup></p> <p><b>1</b>- événement extrêmement improbable (quasi-certitude que les conditions de son apparition ne sont pas réunies NP&lt; 10<sup>-10</sup>/heure</p>	<p><b>5</b> -conséquences critiques ou catastrophiques, dont les effets dépassent les limites de l'établissement</p> <p><b>4</b>- conséquences catastrophiques, risques majeurs et directs sur le personnel et l'environnement</p> <p><b>3</b>- conséquences critiques (risque de blessures du personnel, dommages aux installations</p> <p><b>2</b>- conséquences significatives (dégradation de l'installation et de ses performances</p> <p><b>1</b>-conséquences mineures</p>

**3. Echelle d'évaluation de la criticité :**

Cette grille de criticité est un outil d'aide à la décision pour :

- La hiérarchisation des scénarios pouvant mener à un accident majeur
- La définition de mesures de réduction des risques à la source
- L'élaboration du Plan d'Opération Interne (POI).

**Tableau IV.5:** Grille de criticité.

probabilité					
gravité	1	2	3	4	5
5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4
3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3
2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2
1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1

Il est ainsi déterminé les zones suivantes :

<b>La zone rouge</b>	Correspond à un risque inacceptable
<b>La zone orange</b>	Correspond à un risque indésirable
<b>La zone jaune</b>	Correspond à un risque moyen à modérer (perfectible)
<b>La zone verte</b>	Correspond à un risque faible jugé comme acceptable

Tableau IV.6: Analyse préliminaire des risques.

EVALUATION DES RISQUES								
1	2	3	4	5	6		7	
Situation dangereuse	Section	Causes	Equipement concernés	conséquences	P	G	C	
Fuite sur tuyauteries et accessoires (ou flexible).	Opérations de réception de produit	Surpression dans la canalisation due à : - Pression de pompage supérieure à la Pression maximale admissible de remplissage, - Fermeture d'une vanne à l'aval, - Présence d'impuretés et bouchage tuyauterie, - Expansion thermique du produit. -Arrachement du flexible. -Choc. -Collision entre un véhicule et une canalisation. -Agressions externes (suite à des travaux). -Agressions externes (suite à des effets dominos). -Défauts d'étanchéité des accessoires (vanne, soudure, bride, ...). -Corrosion interne (présence d'eau dans les canalisations). -Corrosion externe.  ET Présence d'une source d'ignition : - Décharge électrostatique. - Non-respect des procédures et consignes de sécurité. - Présence de point chaud. - Foudre	-Flexible. -Tuyauterie et accessoires. - Brides.  -Vannes	Feu de nappe.	2	3	6	-Clapets anti retours. - Programmes d'inspection et de maintenance. - Test d'épreuve de flexible. - Inspecter la canalisation par l'outil intelligent. - Drainage vers le séparateur Eau/HC. - Plan de circulation interne. - Consigne de sécurité. - Permis de travail. - Contrôle de la protection cathodique. - Mise à la terre. - Paratonnerre. - Détecteur de niveau. - Bouton d'arrêt d'urgence.
				Pollution des eaux et / ou du sol.	3	4	12	
				UVCE / Flash-fire.	2	3	6	

<p>Débordement d'un bac et inflammation.</p>	<p>Opération de réception produit</p>	<p>Sur remplissage.                      -Présence d'une source d'ignition :                      - Décharge électrostatique.                      - Non-respect des procédures et consignes de sécurité.                      - Présence de point chaud.                      - Foudre.</p>	<p>Bac</p>	<p>Feu de cuvette</p>	<p>3</p>	<p>2</p>	<p>6</p>	<p>-Détecteur de niveau.                      - Explosimètre.                      - Mise à la terre.                      - Système de refroidissement.                      - Equipements d'interventions.                      - Soupape de sécurité.                      - Plan d'urgence.                      - Paratonnerre.</p>
				<p>UCVE /flash fire</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>6</p>	
				<p>Pressurisation d'un bac à toit fixe (effet domino)</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>6</p>	
<p>Fuite sur robe et accessoires d'un bac de stockage à toit fixe en phase de stockage et inflammation.</p>	<p>Stockage de carburant</p>	<p>Surpression dans le bac : expansion thermique des hydrocarbures contenus.                      -Agressions externes (suite à des travaux).                      -Usure, corrosion.                      -Défaut d'étanchéité des accessoires du bac (vannes, brides,...).                      -Défaut d'étanchéité après intervention sur robe.                      -Agressions externes (suite à des effets dominos thermiques ou de surpressions).                      -Vanne de purge ouverte (erreur opérateur).                      ET Présence d'une source d'ignition :                      - Décharge électrostatique.                      - Non-respect des procédures et consignes de sécurité.                      - Présence de point chaud.                      - Foudre.</p>	<p>Bac</p>	<p>Incendie effet de vague (scenario 5).</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>9</p>	<p>-Soupape de sécurité.                      - Consigne de sécurité.                      - Contrôle technique réglementaire.                      - Contrôle de la protection cathodique                      - Permis de travail.                      - Formation et information de personnel.                      - Paratonnerre.                      - Mise à la terre.</p>
				<p>Feu de cuvette GO (scenario 2).</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	<p>8</p>	
				<p>Feu de bac (effet domino) (scénario 6).</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>9</p>	
				<p>Pressurisation d'un bac à toit fixe (effet domino).</p>	<p>3</p>	<p>2</p>	<p>6</p>	

				Boil Over en couche mince (effet domino).	2	3	6	
Inflammation du ciel gazeux de plus gros bac à toit fixe(6014).	Stockage de carburants	Présence d'une source d'ignition : - Décharge électrostatique. - Non-respect des procédures et consignes de sécurité. - Présence de point chaud. - Foudre.	Bac	Explosion (scenario 1).	3	3	9	-Mise à la terre. - Alarme. - Explosimètre. - Consigne de sécurité. - Plan d'évacuation. - PII.
				BOIL-OVER pour bacs GO uniquement.	2	3	6	
Boil over.	Stockage des carburants	Feu de bac prolongé (toit fixe) E T Présence d'eau dans le fond du bac.	Bac	Boule de feu et projection de produit enflammé par BOIL OVER (scenario 3).	2	4	8	-Plan d'urgence. - Plan d'évacuation interne. PII.
Feu de bac.	Stockage des carburants	Agression thermique. Débordement de bac. ET Présence d'une source d'ignition : - décharge électrostatique. - non-respect des procédures et consignes de sécurité. - présence de point chaud. - Foudre.	Bac	Feu de bac	2	3	6	-Détecteur de niveau - alarme - équipe d'intervention - Bouton d'arrêt d'urgence - Paratonnerre - Mise à la terre
				Boil over en couche mince	2	3	6	
Fuite sur robe et accessoires d'un bac de stockage à toit flottant	Stockage des carburants.	Surpression dans le bac : expansion thermique des hydrocarbures contenus. -Agressions externes (suite à des travaux) -Usure, corrosion. -Défaut d'étanchéité des accessoires du bac (vannes,	Bac	Feu de cuvette.	2	2	4	-Soupape de sécurité. - Alarme. - Revêtement anti corrosion. - Permis de travail. - Système de refroidissement.

<p>en phase de stockage et inflammation.</p>		<p>brides,...).                      -Défaut d'étanchéité après intervention sur robe.                      -Agressions externes (suite à des effets dominos thermiques ou de surpressions).                      -Vanne de purge ouverte (erreur opérateur). ET Présence d'une source d'ignition :                      - Décharge électrostatique.                      - Non-respect des procédures et consignes de sécurité.                      - Présence de point chaud.                      - Foudre.</p>		<p>UCVE / flash fire.</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>6</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation et information de personnel.</li> <li>- Programme de maintenance et d'inspection.</li> <li>- Equipement d'intervention.</li> <li>- Paratonnerre.</li> <li>- Mise à la terre.</li> </ul>
				<p>Feu de bac (effet domino).</p>	<p>2</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	
<p>Accident d'un camion lors de l'approvisionnement en carburant.</p>	<p>Chargement des camions citernes.</p>	<p>Non-respect des règles de circulation                      - Choc ou collision avec un véhicule                      - Non-respect de consigne de sécurité</p>	<p>Camion-citerne</p>	<p>Perte de confinement du camion                      Explosion</p>	<p>1</p>	<p>4</p>	<p>4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Protocole de sécurité.</li> <li>-Plan de circulation interne, signalisation vitesse réduite.</li> </ul>
<p>Inflammation du ciel gazeux d'un compartiment de la citerne (chargement en dôme).</p>	<p>Chargement des camions citernes (nouveau poste).</p>	<p>Forte concentration d'hydrocarbures au niveau de la citerne.                      -Présence de COV (composant organique volatiles).                      ET Présence d'une source d'ignition :                      - Décharge électrostatique.                      - Non-respect des procédures et consignes de sécurité.                      - Présence de point chaud.                      - Foudre.</p>	<p>Camion-citerne</p>	<p>Explosion du ciel gazeux d'un Compartiment de la citerne (scenario 4).</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	<p>8</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sensibilisation du personnel et des chauffeurs.</li> <li>- Mise à la terre.</li> <li>- Ne pas ouvrir tous les compartiments de la citerne pendant le chargement (une à la fois).</li> <li>- Consigne de sécurité.</li> </ul>
				<p>Feu de camion (effet domino).</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>6</p>	
				<p>Pollution des eaux et / ou du sol.</p>	<p>3</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	

Inflammation d'une flaque sur l'aire de chargement des camions.	Chargement du camion-citerne.	<p>Rupture / Fuite sur bras / flexible de chargement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bras / Flexible non déconnecté après chargement et arrachage.</li> <li>- Agressions extérieures (choc travaux).</li> <li>- Agressions extérieures (chocs avec un véhicule).</li> <li>- Mouvement du camion pendant une opération de chargement (erreur humaine ou problème du camion).</li> <li>- Usure mécanique bras / flexible.</li> </ul> <p>-Fuite sur la citerne du camion due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sur remplissage (remplissage du mauvais compartiment...).</li> <li>- Agressions extérieures : choc avec un autre camion au niveau du chargement.</li> <li>- Agressions extérieures (choc travaux)</li> <li>- Corrosion, usure de cuve ou équipements (conduite située entre la cuve et la vanne de dépotage).</li> <li>- Surpression externe (effet domino).</li> <li>- Agression extérieure (flux thermiques).</li> </ul> <p>ET Présence d'une source d'ignition :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Décharge électrostatique.</li> <li>- Non-respect des procédures et consignes de sécurité.</li> <li>- Présence de point chaud.</li> <li>- Foudre.</li> </ul>	Camion. -Bras / Flexible.	feu de nappe.	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Système de refroidissement.</li> <li>- Egouttoir.</li> <li>- Formation des opérateurs.</li> <li>- Mise en place des consignes de sécurité.</li> <li>- Présence permanente d'un opérateur pendant le chargement.</li> <li>- Mise en place du programme d'inspection par service HSE.</li> <li>- Plan de circulation interne.</li> <li>- Arrêt de l'alimentation de la distribution sur réservoir plein.</li> <li>- Paratonnerre.</li> <li>- Mise à la terre.</li> </ul>
				UVCE/Flash-fire	2	3	6	
				Pollution des eaux et / ou du sol.	3	1	3	

<p>Inflammation d'une Flaque dans une pomperie hydrocarbures.</p>	<p>Chargement des camions citernes.</p>	<p>Fuite d'une tuyauterie sur l'aire de chargement camion due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surpression suite au refoulement d'une pompe à débit nu, à une expansion thermique dans la ligne, à un coup de bélier.</li> <li>- Rupture de soudure.</li> <li>-Corrosion interne.</li> <li>-Corrosion externe.</li> <li>- Agressions extérieures : chocs (engins de chantier, véhicules, ...).</li> <li>- Surpression externe (effet domino).</li> <li>- Agression thermique (feu de cuvette, feu externe...).</li> </ul> <p>Fuite de brides ou de joints sur une tuyauterie de chargement camion due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bouchage ou impuretés au niveau des filtres.</li> <li>- Mauvais serrage de brides ou de joint.</li> </ul> <p>Fuite de pompe ou de garniture de pompe due à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usure mécanique (démarrage, vieillissement).</li> <li>- Echauffement de la pompe : problème de lubrification, fonctionnement de la pompe à sec.</li> </ul>	<p>Tuyauterie et accessoires</p> <p>-Pompe</p>	<p>Feu de cuvette.</p>	<p>2</p>	<p>2</p>	<p>4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contrôle de la protection cathodique.</li> <li>- Moyens d'extinction à proximité.</li> <li>- Présence permanente d'un opérateur pendant le chargement.</li> <li>- Programme d'inspection et de maintenance.</li> <li>- Contrôle technique réglementaire.</li> <li>- Paratonnerre.</li> <li>- Mise à la terre.</li> </ul>
				<p>Incendie pomperie.</p>	<p>2</p>	<p>1</p>	<p>2</p>	
				<p>UVCE/Flash-fire</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>6</p>	

	<p>ET Présence d'une source d'ignition :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Décharge électrostatique.</li> <li>- Non-respect des procédures et consignes de sécurité.</li> <li>- Présence de point chaud.</li> <li>- Foudre.</li> </ul>		<p>Pollution des eaux et / ou du sol</p>	2	3	6	
--	---	--	--	---	---	---	--

#### IV.1.4 Analyse des risques liés aux produits stockés :

Les fluides stockés et manipulés dans l'établissement sont les suivants :

- Gasoil
- Super sans plomb
- Essence normale
- Super

Ces produits sont stables aux températures d'utilisation. S'agissant de liquides inflammables ou combustibles, en cas d'incendie les produits de décomposition thermique sont « classiques » pour des hydrocarbures, à savoir essentiellement des oxydes de carbone et des suies.

Les tableaux suivants illustrent les caractéristiques intrinsèques issues des fiches de données de sécurité des quatre hydrocarbures. [15]

## 1. GAZOILE :

Tableau IV.7: Caractéristiques intrinsèques issues de la FDS du Gasoil.

Nom du produit	Données physiques	Explosivité Inflammabilité	Réactivité	Toxicité / Ecotoxicité
<p><b>GAZOILE</b></p>  <p><b>Phrases de risque :</b></p> <p><b>R40</b> : Effet cancérigène suspecté,</p> <p><b>R65</b> : Nocif peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion</p> <p><b>R66</b> : l'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.</p> <p><b>R51/53</b> : Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique,</p> <p><b>Phrases de sécurité :</b></p> <p><b>S2</b> : Conserver hors de portée des enfants</p> <p><b>S16</b> : Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer</p> <p><b>S29</b> : Ne pas rejeter les résidus à l'égout</p> <p><b>S61</b> : Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité</p> <p><b>S62</b> : En cas d'ingestion, ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette</p>	<p>Etat à la pression atmosphérique : liquide jaune. Odeur caractéristique.</p> <p>Odeur : caractéristique</p> <p>Masse volumique : 820-845 kg/m<sup>3</sup> à T° = 15°C</p> <p>Pression de vapeur relative : &lt; à 1 kPa à 40°C</p> <p>Solubilité dans l'eau : très peu soluble</p> <p>densité de vapeur : &lt;5(air=1)</p>	<p>Non classé comme inflammable, mais peut brûler. Des vapeurs accumulées au-dessus du produit dans les réservoirs peuvent s'enflammer et exploser à des températures supérieures à la température d'auto-inflammation</p> <p>Point éclair : &gt;55°C</p> <p>Température d'auto inflammation : &gt;=250°C</p> <p>Limites d'inflammabilité : 0.5 à 5%</p> <p>Agents d'extinction préconisés : mousse, poudre sèche, dioxyde de carbone</p>	<p>Produit stable aux températures de stockage, de manipulation et d'emploi.</p> <p>Incompatible avec les oxydants forts</p> <p>La combustion incomplète et la thermolyse produisent des gaz plus ou moins toxiques tels que CO, CO<sub>2</sub>, hydrocarbures variés, aldéhydes et des suies</p>	<p>Les contacts répétés prolongés peuvent entraîner le dégraissage de la peau susceptible de causer une dermatite et de rendre la peau plus irritable et moins protégée contre la pénétration d'autres matières. Une exposition excessive accompagnée d'une hygiène personnelle insuffisante peut entraîner des irritations, de l'acné, une folliculite</p> <p><b>Ecotoxicité</b> : Le produit est Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique le produit est intrinsèquement biodégradable mais sa dégradation est très lente</p>

## 2. SUPER ET SUPER SANS PLOMB :

Tableau IV.8: Caractéristiques intrinsèques issues de la FDS du S et SSP.

Nom du produit	Données physiques	Explosivité Inflammabilité	réactivité	Toxicité / écotoxicité
<p><b>SUPER SANS PLOMB</b></p>  <p><b>Phrases de risque :</b></p> <p><b>R12</b> : Extrêmement inflammable, <b>R38</b> : irritant pour la peau <b>R45</b> : Peut causer le cancer, <b>R46</b> : Peut entraîner des dommages génétiques héréditaires, <b>R51/53</b> : Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique, <b>R63</b> : Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant, <b>R65</b> : Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion, <b>R67</b> : L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolences et vertiges.</p> <p><b>Phrases de sécurité :</b></p> <p><b>S2</b> : Conserver hors de portée des enfants <b>S23</b> : Ne pas respirer les vapeurs, <b>S24</b> : Eviter le contact avec la peau, <b>S29</b> : Ne pas jeter les résidus à l'égout, <b>S43</b> : En cas d'incendie, utiliser de la mousse résistant à l'alcool, de la poudre sèche ou du CO<sub>2</sub>, <b>S45</b> : En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette) <b>S53</b> : Eviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant l'utilisation <b>S61</b> : Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité <b>S62</b> : En cas d'ingestion, ne pas faire vomir : consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette</p>	<p>Etat à la pression atmosphérique : liquide et jaune pâle. Odeur caractéristique.</p> <p>Masse volumique (15°C) : 720-775 kg/m<sup>3</sup> à T° = 15°C</p> <p>Pression de vapeur relative : de 30 à 90 kPa à 35°C. La pression de vapeur est souvent fixée par la loi ; elle varie avec la saison</p> <p>Densité de vapeur : 3-4 (air=1)</p> <p>Solubilité dans l'eau : partiellement soluble en raison de la présence de composants oxygénés</p>	<p>Extrêmement inflammable</p> <p>Extrêmement inflammable : risque élevé, le liquide pouvant dégager une quantité importante de vapeur à température inférieure à la température ambiante, ce qui peut former rapidement un mélange inflammable</p> <p>Point éclair : &lt;-40°C</p> <p>Température d'auto inflammation : &lt;300°C</p> <p>Limites inflammabilité : 1.4 à 8.7 %</p> <p>Agents d'extinction préconisés : mousse, poudre sèche, dioxyde de carbone</p>	<p>Produit stable aux températures de stockage, de manipulation et d'emploi.</p> <p>Incompatible avec les oxydants forts</p> <p>La combustion incomplète et la thermolyse produisent des gaz plus ou moins toxiques tels que CO, CO<sub>2</sub>, hydrocarbures variés, aldéhydes et des suies</p>	<p>Valeurs limite d'exposition :</p> <p>VME : 300 ppm (aux USA)</p> <p>Les vapeurs très concentrées irritent les yeux, le nez, la gorge et les poumons, peuvent causer des maux de tête et étourdissements, sont anesthésiques et peuvent avoir d'autres effets sur le système nerveux central.</p> <p>L'inhalation répétée de vapeurs en quantités importantes entraîne une exposition au benzène. L'exposition répétée à de fortes concentrations de benzène peut entraîner des leucémies.</p> <p><b>Ecotoxicité :</b></p> <p>Ce produit est nocif pour les organismes aquatiques</p>

## 3. ESSENCE NORMALE :

Tableau IV.9: Caractéristiques intrinsèques issues de la FDS de EN.

Nom du produit	Données physiques	Explosivité Inflammabilité	Réactivité	Toxicité / Ecotoxicité
<p>ESSENCE</p> <p><b>Etiquetage</b></p>  <p><b>Phrase Risque (R)</b>  <b>R-12</b> Extrêmement inflammable.  <b>R-45</b> Peut provoquer le cancer.  <b>R-38</b> Irritant pour la peau.  <b>R-65</b> Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.</p> <p><b>Phase de sécurité</b>  <b>S-53</b> Éviter l'exposition - se procurer des instructions spéciales avant utilisation.  <b>S-16</b> Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles - Ne pas fumer.  <b>S-23</b> Ne pas respirer les vapeurs.  <b>S-45</b> En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un <b>médecin (si possible lui montrer l'étiquette)</b>.  <b>S-24</b> Éviter le contact avec la peau.  <b>S-46</b> lors d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui Montrer l'emballage ou l'étiquette  <b>S-1 /2</b> à conserver sous clé et hors de portée des enfants</p>	<p>État physique : Liquide extrêmement inflammable</p> <p>Couleur : Rouge.</p> <p>Odeur : Caractéristique.</p> <p>Densité &lt;1  Masse volumique : 680à790kg.m<sup>-3</sup> à 15°C</p> <p>Solubilité dans l'eau : 30 - 100 mg/l (at 20 °C)</p> <p>Température : (°C) 15</p> <p>Viscosité : 0,8 mm<sup>2</sup>/s à20°C</p> <p>Densité relative : 730-740g/l à 15°C</p>	<p>Point d'éclair : &lt; -18 °C  Température d'auto-inflammabilité : environ 250°C</p> <p>Le produit est stable si stocké à des températures ambiantes normales</p> <p>limites inférieures/supérieures d'inflammabilité 1 à 6% dans l'air</p>	<p>Produits de décomposition dangereux : oxydes de carbone (CO, CO<sup>2</sup>) et d'autres substances dangereuses</p> <p>Polymérisation dangereuse : ne se produira pas</p> <p>Incompatibilité avec différents substances : réactif avec agent oxydants</p> <p>Condition a évité : éliminer toutes les sources possibles d'inflammation (étincelles ou flammes) éviter d'exposer à une température trop élevée</p>	<p>Toxicité aiguë : probablement irritant pour l'œil et pour la peau  L'inhalation de vapeurs à forte concentration entraîne une réaction narcotique sur le système nerveux central : céphalée, vertiges, somnolence, voir perte de connaissance nécessitant des secours rapides.</p> <p>Toxicité : effet cancérigène, mutagène, tératogène et effets sur le développement</p> <p><b>Ecotoxicité :</b></p> <p>Biodégradabilité inhérente à sa composition</p> <p>Potentiel de bioaccumulation</p> <p>Les déversements peuvent s'accompagner d'une pénétration dans le sol entraînant une pollution des eaux souterraines</p>

## IV.1.5 Analyse des risques liés aux équipements et conditions opératoires :

Tableau IV.10: Risques liés aux équipements et conditions.

Equipements critiques	Incendie	Explosion	Emanations toxiques	Pollution
Canalisation et pomperie	Feu de canalisation et pomperie en cas d'épandage.	UCVE en cas de fuite sous pression.	Fumée si incendie.	Fuite
Poste chargement camion	En cas de fuite et épandage.	En cas d'accumulation de vapeur dans la citerne du camion.	Fumée si incendie.	Fuite
Bac de stockage	- Feu de bac et de joint de toit (tout produit). - Effet domino.	- Explosion de ciel gazeux. - Explosion de réservoir. - Emission de fragment effet missile.	- Si incendie. - Si incendie.	Perte de confinement.
Cuvette	- Feu de cuvette (tout produits). - Incendie effet de vague suite à rupture toit /robe et non tenue des murets de la cuvette et déferlement de produits.	/	- Si incendie. - Si incendie.	/

### IV.1.6 Risques liés aux éléments extérieurs :

L'établissement n'est pas à l'abri de certains risques, d'origine extérieure qui peuvent s'y produire.

Ces risques sont :

#### 1. Accident et incendie dans un camion - citerne ou camion transportant des produits Inflammables :

Cet événement est possible, à cause de la desserte de l'établissement par des camions - citernes transportant le combustible gaz, surtout au niveau des aires de dépotage. Pour limiter au maximum ce risque, des dispositions doivent être prises, telles que la vigilance extrême des préposés à cette opération, l'apposition d'affiches ou de panneaux interdisant tout feu, interdiction de fumer, etc.

#### 2. Actes de malveillance :

L'établissement, bien qu'entièrement clôturé et surveillé avec un accès réglementé, peut être l'objet d'intrusions malveillantes de jour comme de nuit. Il est impératif de dissuader ces infractions, qui peuvent avoir des conséquences désastreuses.

#### 3. Phénomènes naturels :

- **Foudre** : A défaut de mettre à disposition de la foudre un canal approprié, elle pourra emprunter tout mauvais conducteur, qui s'enflammera et risquera de communiquer le feu aux éléments voisins. En particulier les transformateurs et les tableaux électriques, qui sont les cibles principales des foudres, sont pourvus de protection contre ce risque. Le site est protégé contre la foudre.
- **Séisme** : Le site est situé dans une zone de sismicité faible (zone I).
- **Vents violents** : le risque engendré par des vents violents est notamment l'effort mécanique sur les ossatures métalliques. Les données météorologiques font apparaître que la région est relativement peu exposée aux épisodes de vent violent. En effet, environ 88% des vitesses de vent enregistrés sont inférieures à 4 m/s.
- **Inondations et aux pluies diluviennes** : faible risque.
- **Températures extrêmes (canicule et gel)** : risque d'augmentation de la température et de la pression des produits dans les réservoirs de stockage (peu significatif).

#### 4. Risque liés à la circulation externe :

Les risques d'accidents peuvent être liés à l'entrée et la sortie des camions citernes pour l'approvisionnement de la zone.

#### IV.2 Identification des accidents les plus probables et les plus dangereux :

Les scénarios d'accidents retenus devront prendre en compte les équipements du CDS et notamment la structure des bacs ; les conséquences d'un feu de cuvette seront systématiquement retenues, le risque d'explosion ne sera examiné que pour les réservoirs à toit fixe.

L'analyse détaillée des risques a permis de lister tous les événements redoutés associés à une cause donnée. Ainsi, il est possible de reporter pour chaque système les scénarios possibles. La grille de criticité élaborée à partir de la cotation gravité/probabilité permet par la suite d'identifier, parmi l'ensemble des scénarios, le niveau de risque : acceptable, perfectible ou inacceptable. A l'issue de cette cotation prenant en compte les barrières existantes, nous classerons les scénarios selon leur sévérité soit dans le domaine acceptable, perfectible ou non acceptable.

Pour le stockage atmosphérique les scénarios possibles sont les suivants : [16]

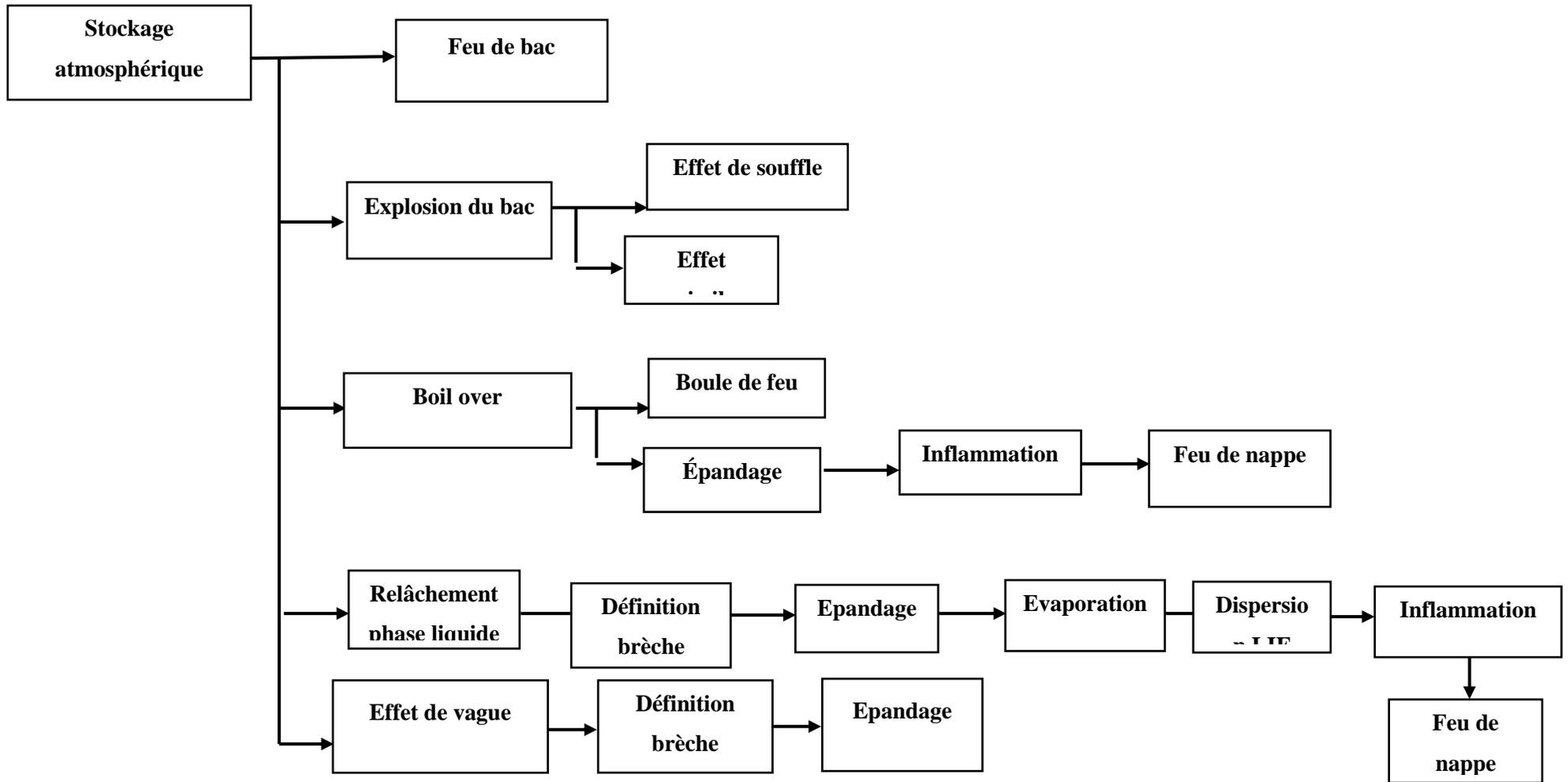


figure IV.1: Logigramme des scénarios possibles.

### IV.2.1 Les accidents les plus probables :

Considérant d'une part l'analyse des potentiels de dangers comme précédemment réalisée et d'autre part le retour d'expérience issu de l'accidentologie, seuls certains événements seront analysés en détail. Ceux-ci sont jugés comme représentatifs du risque généré par l'établissement. Les scénarii retenus sont :

- **Scénario n°1** : Explosion de la phase gazeuse des plus gros bacs (n° 6014) à toit fixe.
- **Scénario n°2** : Feu sur la plus grande cuvette GO et incendie généralisé.
- **Scénario n°3** : Boule de feu et projection de produit enflammé et missiles par BOIL OVER.
- **Scénario n°4** : Incendie explosion lors du dépotage d'un camion-citerne.
- **Scénario n°5** : Effet de vague.
- **Scénario n°6** : Effet Domino.

Voici l'emplacement des six scénarios avant l'application des barrières de sécurité selon l'échelle de criticité :

**Tableau IV.11** : Les scénarios selon l'échelle de criticité (avant application barrières).

probabilité					
gravité	1	2	3	4	5
5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
4	1.4	Scenario2/3 /4 2.4	3.4	4.4	5.4
3	1.3	2.3	scenario 1/5/6 3.3	4.3	5.3
2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2
1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1

Après l'application des barrières de sécurité, l'occurrence de la gravité ait été limitée. Voici l'emplacement des scenarios selon l'échelle de criticité :

Tableau IV.12:Les scenarios selon l'échelle de criticité(apres application barrières).

probabilité					
gravité	1	2	3	4	5
5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5
4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4
3	Scenario3 1.3	Scenario5 2.3	3.3	4.3	5.3
2	Scenario2/4 1.2	Scenario1/6 2.2	3.2	4.2	5.2
1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1

**IV.2.2 Estimation des conséquences des accidents et de leurs effets possibles :**

Pour l'évaluation de l'étendue des différents phénomènes dangereux potentiels on se basera sur les seuils des effets thermiques et de surpression fixés dans l'Arrêté français du 29 septembre 2005, relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation. [16]

Les valeurs de référence relatives aux seuils des effets thermiques et de surpression ainsi que les consequences de chaque scenario sont détaillées dans le tableau suivant [IV.13] :

Tableau IV.13:Seuils des effets thermiques et surpression sur l'homme et les structures.

		<b>EFFETS SUR L'HOMME</b>	<b>EFFETS SUR LES STRUCTURES</b>
<b>SEUIL DES EFFETS THERMIQUES</b>	<b>3 kW/m<sup>2</sup></b>	Critère du Seuil des Effets Irréversibles (SEI) pour les brûlures du 1 <sup>er</sup> degré correspondant à une exposition de 60 secondes sur la peau nue sans aucune protection.	
	<b>5 kW/m<sup>2</sup></b>	Critère du Seuil des Effets Irréversibles (SEI) pour le risque léthal correspondant à une exposition de 60 secondes sur la peau nue sans aucune protection.	Seuil des destructions des vitres significatives.
	<b>8 kW/m<sup>2</sup></b>	Critère du seuil des Effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine ».	Effets domino (seuil de dégâts graves sur les structures).
<b>SEUIL DES EFFETS DE SURPRESSION</b>	<b>50 mbar</b>	Correspondant aux premiers dégâts et blessures notables dus à l'onde de choc.	Dégâts très légers aux structures.
	<b>140 mbar</b>	Correspondant aux premiers effets létaux dus à l'onde de choc (1% de létalité).	Limite inférieure des dégâts graves aux structures.
	<b>200 mbar</b>	Correspondant aux effets létaux significatifs délimitant la «	Effet domino

		zone des dangers très graves pour la vie humaine ».	
--	--	--	--

### IV.3 Modélisation par PHAST :

L'analyse des conséquences relatives au scénario 1 (Explosion de la phase gazeuse des plus gros bacs n° 6014 à toit fixe) retenu et effectué à l'aide du logiciel PHAST (version 8.0).

Le logiciel PHAST est un outil informatique de modélisation intégré au logiciel SAFETI. PHAST a été rigoureusement validé et vérifié. La théorie et la performance du modèle unifié de dispersion (UDM) développé par DNV ont également été analysées de façon indépendante dans le cadre des projets financés par la Communauté européenne.

Le modèle a excellé sur les plans de la théorie et de la performance et représente le standard pour l'évaluation des conséquences d'accidents. [17]

#### IV.3.1 Les conséquences possibles :

Les accidents liés à la rupture des bas de stockage des hydrocarbures génèrent des effets physiques tels que :

- Effet de surpression VCE.
- Feu flash.
- feu torche.
- feu de nappe.

#### IV.3.2 Modélisation des phénomènes redoutés :

##### 1) Donnée de la modélisation :

Explosion de la phase gazeuse du plus gros bac à toit fixe (bacs n°6014).

Le bac est supposé partiellement vide et l'inflammation de la phase gazeuse dans les limites d'explosivité et la production d'une surpression positive, pour le scénario « rupture catastrophique du bac » les données des modèles sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau IV.14:Données de la modélisation par PHAST.

Item	Paramètre	Données		
Conditions de stockage	Type de produit	Gazoile		
	Quantité de produit	6000 m <sup>3</sup>		
	Température	20°C		
	Pression de stockage	Pression atmosphérique (1.01325 bars)		
Scénario	Type de scénario	Rupture Catastrophique		
	Lieu de décharge	En dehors des bâtiments (out of building)		
	Phase de décharge	Liquide		
Bac	Hauteur	14 m		
	Diamètre	30 m		
Calcul d'effets	Niveau de radiation	SEI 3 kw/m <sup>2</sup>	SEL 5 w/m <sup>2</sup>	SELS 8 kw/m <sup>2</sup>
	Niveau de pression	SEI 50 mbar	SEL 140mbar	SELS 200 mbar
Données météo	Max humidité relative l'air max	50%		
	Facteur de rugosité	0.17		
	Température de l'air	35°C		
	Température du sol	35°C		
	Condition de vent	Vitesse 1.5m /s-stabilité classe F		

### IV.3.3 Résultats de la modélisation :

Les résultats de la modélisation définissent les effets des différentes conséquences caractérisées par les distances des phénomènes étudiés sur les personnes, les structures et l'environnement.

#### 1) Feu flash :

Un incendie soudain et intense provoqué par l'inflammation d'un mélange d'air et d'une substance inflammable dispersée telle qu'un liquide solide, inflammable ou combustible, ou un gaz inflammable.

Dès la perte de confinement du produit, le brut commence à s'évaporer dans la cuvette de rétention et peut donner deux zones de concentrations de gaz différentes (comme illustré dans la figure [IV.2]).

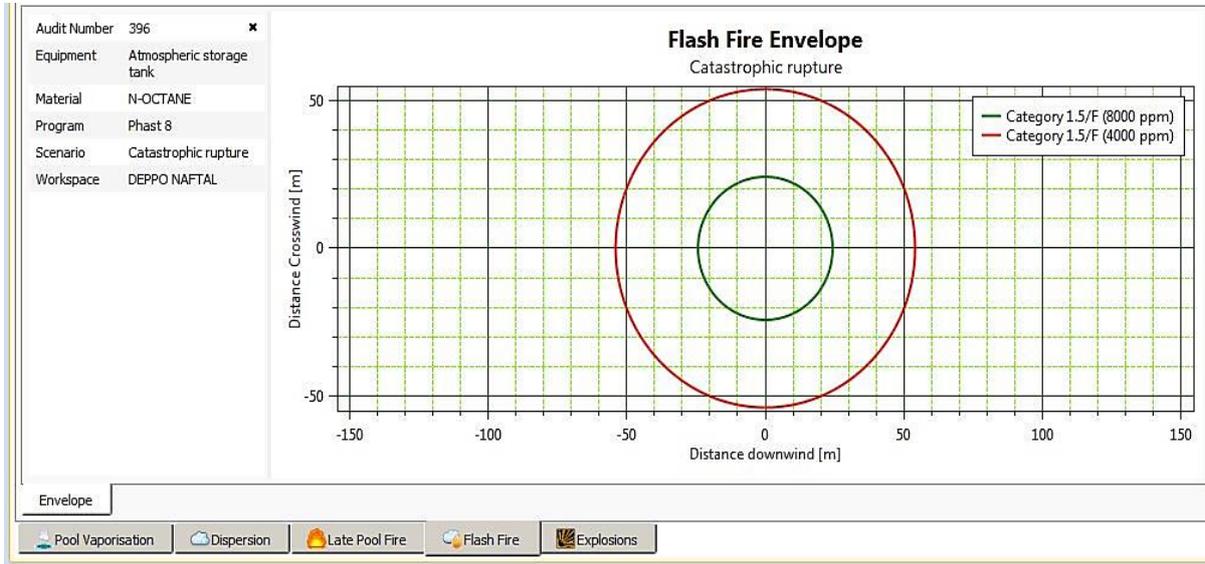


Figure IV.2: Distances du Feu flash.

Le tableau et le schéma, ci-dessous, reprennent les zones d'effets potentielles d'un feu flash après la défaillance du bac, soit la Limite Supérieure d'Inflammabilité et la Limite Inférieure d'Inflammabilité. Les contours sont illustrés sur la figure de la carte satellite.

Tableau IV.15: Distances d'effets pour un feu flash.

Type de concentration	Distance d'effets (m)
LSI	24,2729
LII	54,0088



Figure IV.3:

Contour du feu flash.

Nous pouvons voir que l'effet du rayonnement thermique en cas de feu flash est limité, et que l'effet létal est dimensionné par la distance atteinte par la LII (Limite Inférieure d'Inflammabilité).

En effet, toute personne à proximité d'une zone de 60m est susceptible de subir un effet létal par contact direct avec la flamme à une probabilité élevée.

2) Feu de nappe :

C'est un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustible liquide. Ce phénomène implique principalement la surface de la nappe en contact avec l'air.

La figure suivant montre les distances d'effets thermiques relatives aux radiations suivantes 3 Kw/m<sup>2</sup> ; 5Kw/m<sup>2</sup>, 8Kw/m<sup>2</sup>, et les caractéristiques associées au phénomène de feu de nappe.

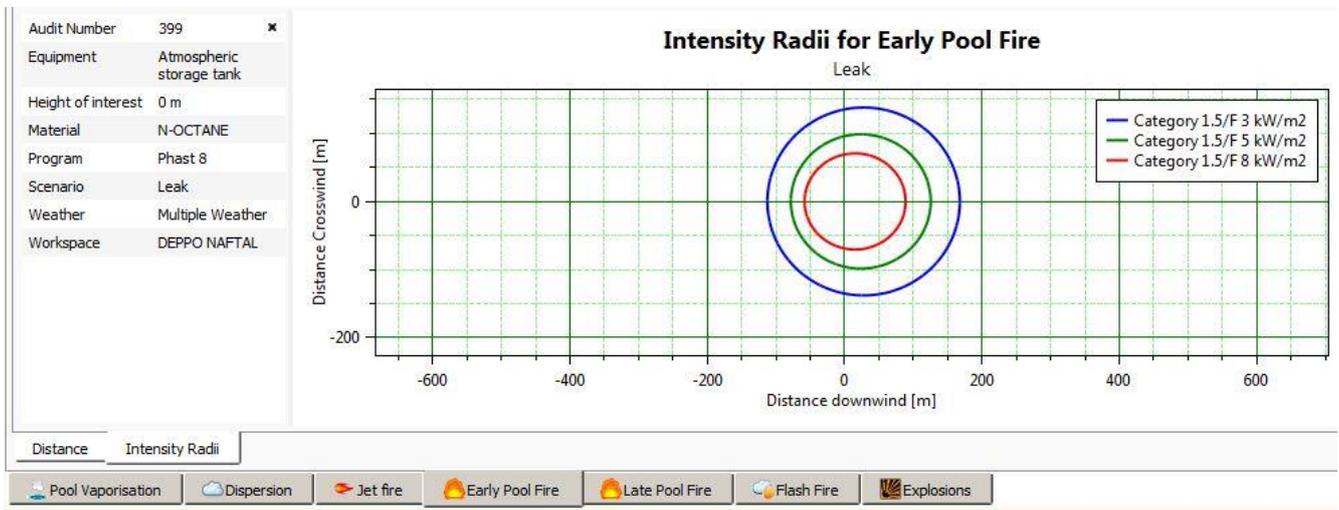


Figure IV.4: Distances du feu de nappe.

Le tableau suivant indique les différentes distances relatives aux effets de radiations dangereuses pour l'homme.

Tableau IV.16:Distances d'effets pour un feu de nappe.

Niveau de radiation Kw /m <sup>2</sup>	Distance d'effets (m)
Effets sur l'homme	

3Kw /m <sup>2</sup>	167,763
5Kw /m <sup>2</sup>	125,37
8Kw /m <sup>2</sup>	88,7781
<b>Caractéristique de la nappe</b>	
Diamètres (m)	124,687

Pour une bonne illustration de ces effets sur l’installation et l’environnement extérieur, les effets sur l’homme et les installations sont illustrés sur la carte satellite.



Figure IV.5: Contours d’effets du risque feu nappe.

### 3) Effets de surpression VCE

C’est l’explosion d’un nuage de gaz (issu d’une fuite) rencontrant une source d’allumage en milieu non confiné, ce phénomène produit essentiellement un effet de surpression, pouvant s’accompagner d’un effet thermique.

Le schéma ci-dessous montre les effets de surpression d’un VCE (Vapour Cloud Explosion) après la défaillance du bac.

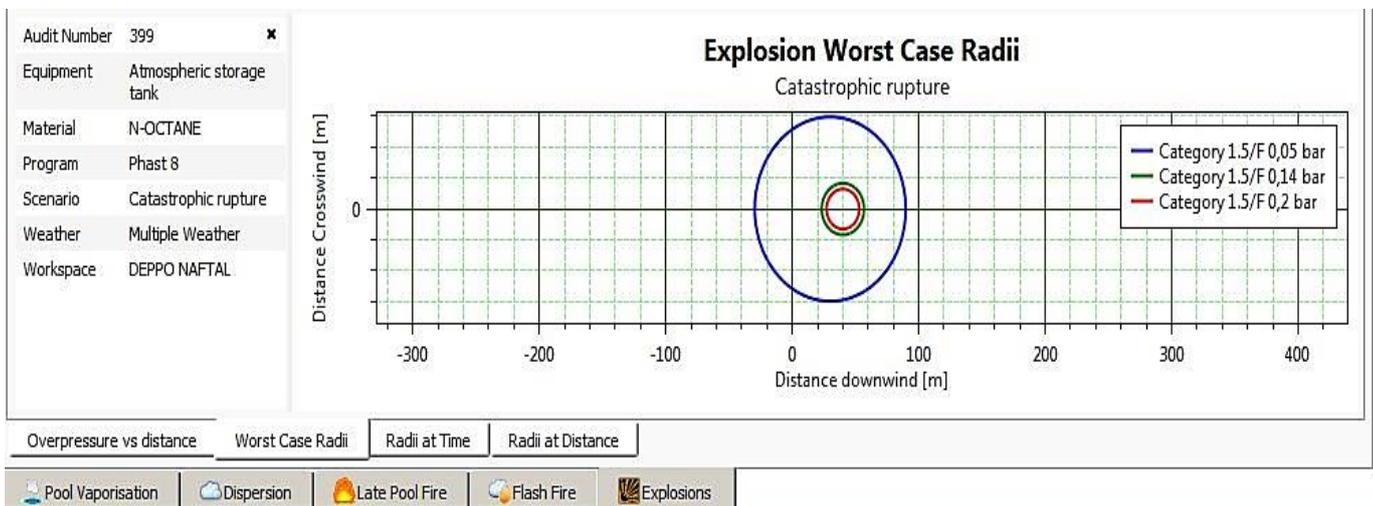


Figure IV.6: Les effets de surpression d’un VCE.

Les contours d'effets sur l'homme ainsi que les effets dominos sont illustrés sur la carte satellite.



Figure IV.7: Contours des effets de surpression.

Tableau IV.17: Distances des effets de surpression.

Niveau de surpression mbar	Distance d'effets (m)
<b>Effets sur l'Homme</b>	
50	89,6748
140	56,7084
200	52,9581

**4) Feu torche (Jet-fire)**

Le feu torche est la conséquence de fuites de fluides inflammables, qui se produisent au contact d'une source d'inflammation des jets enflammés à fort pouvoir calorifique.

La figure suivante montre les distances d'effets thermiques relatives aux radiations 3 KW/m<sup>2</sup> ; 5KW/m<sup>2</sup>, 8KW/m<sup>2</sup>, et les caractéristiques associées au phénomène de feu de nappe.

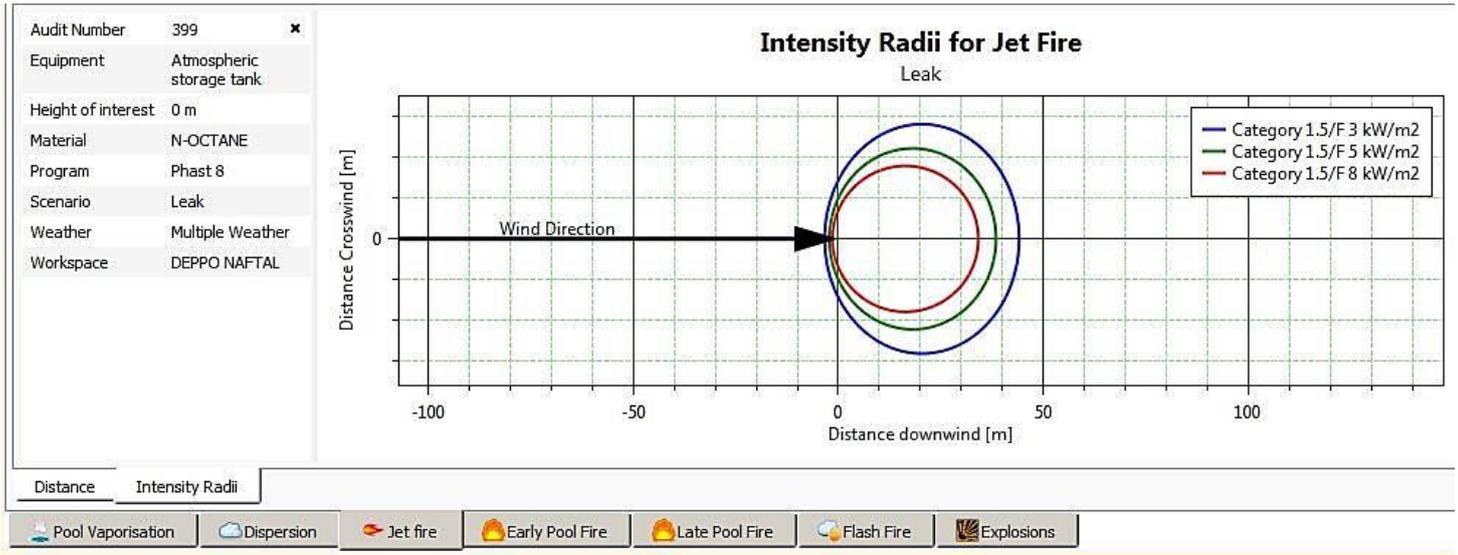


Figure IV.8: Distances du feu de torche..

Le tableau suivant [IV.13] indique les différentes distances relatives aux effets de radiations dangereuses pour l’homme :

Tableau IV.18:Distances d’effets pour un feu torche.

Niveau de radiation Kw /m <sup>2</sup>	Distance d’effets (m)
<b>Effets sur l’homme</b>	
<b>3Kw /m<sup>2</sup></b>	44,0836
<b>5Kw /m<sup>2</sup></b>	38,4265
<b>8Kw /m<sup>2</sup></b>	34,1215
<b>Caractéristique du feu torche</b>	
Longueur de la flamme (m)	22,3068

Pour une bonne illustration de ces effets sur l’installation et l’environnement extérieur, les effets sur l’homme et les installations sont illustrés sur la carte satellite.



Figure IV.9: Contours d’effets du risque feu de torche.

**IV.3.4 Analyse de la cinétique des phénomènes dangereux :**

Les phénomènes dangereux sont caractérisés par une cinétique d’enchaînement des événements. En fonction de cette cinétique, l’impact de l’événement et nos possibilités de limiter celui-ci peut être plus ou moins important.

L’impact des phénomènes longs mais immédiats peut ainsi être généralement réduit en appliquant les méthodes d’évacuation et d’intervention adéquate.

Pour les phénomènes rapides mais très retardés tels que le feu de nappe, les possibilités d’évacuation sont réelles, les distances d’effets étant relativement réduites et le temps d’occurrence relativement long.

Une bonne connaissance des propriétés du produit stocké devrait permettre d’éviter ce phénomène en utilisant les moyens d’intervention appropriés.

La cinétique des phénomènes possibles est reprise dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.19:La cinétique des phénomènes dangereux.

Phénomènes dangereux	Rapidité
VCE	très rapide
Feu de flash	très rapide
Feu de nappe	long mais immédiat
Feu de torche	très rapide

#### **IV.4 Recommandations :**

Les recommandations sont liées à la prévention de l'occurrence de risques relatifs aux différents scénarios :

- Inspection et vérification périodique de l'intégrité de l'installation
- Il est également important d'assurer une installation et un système efficace de maintenance et d'inspection de détecteurs de gaz.
- Vérifier également la disponibilité et l'efficacité des mesures de niveau sur les bacs afin de limiter les risques de sur remplissage.
- Revoir également les capacités et les besoins des rétentions et des stocks de mousse.

Pour répondre au dernier point, il serait souhaitable d'étudier toute la planification des moyens humain et matériel ainsi que la méthode de lutte contre ces risques en cas de survenance.

**Chapitre V :**  
**Stratégie d'intervention de la**  
**Zone de stockage.**

## V. Introduction :

Les risques technologiques et les accidents qui surviennent au niveau des réservoirs de stockage d'hydrocarbures peuvent avoir des conséquences néfastes sur les personnes, les biens et l'environnement.

Planifier une intervention sur ces accidents dépend en amont, de l'analyse du risque, du retour d'expérience sur l'accidentologie comme stipulé dans les chapitres précédents et l'étude du danger qui définit les diverses mesures qui aident à mettre un plan d'intervention efficace qui prend en compte l'aspect d'optimisation des moyens pour limiter les dégâts avec un minimum requis des moyens disponibles.

Donc pour circonscrire les effets de ces risques, un rôle essentiel des entreprises est défini pour implanter une stratégie d'intervention pour minimiser les impacts résultant des incidents potentiels.

### V.1 Planification des urgences :

Le processus de planification des urgences vient en aval du processus d'analyse des risques. Ce processus systématique, sert à planifier les situations d'urgence.

Toutes les installations classées définies et réglementées par la Loi n 04-20 correspondant au 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Pour les installations considérées comme particulièrement dangereuses, des plans d'urgence doivent être élaborés : Plan d'Intervention Interne (PII) et Plan Particulier d'Intervention (PPI).

Les PII sont élaborés par l'exploitant, et à sa charge ; il peut être aidé par un Conseil externe. L'exploitant est tenu de mettre en œuvre son plan d'intervention interne (PII) et de fournir aux autorités locales les éléments permettant l'élaboration du plan particulier d'intervention (PPI) afin de prendre les mesures nécessaires à l'extérieur de l'établissement en cas d'accidents industriels dépassant les limites de ce dernier.

Les PPI sont établis par arrêté du Wali, pour faire face aux risques particulièrement élevés et liés à l'existence ou au fonctionnement d'installations dangereuses et dont l'étude des dangers a montré que les conséquences des scénarios accidentels dépassent la limite de l'établissement considéré.

#### V.1.1 Les mesures d'urgence :

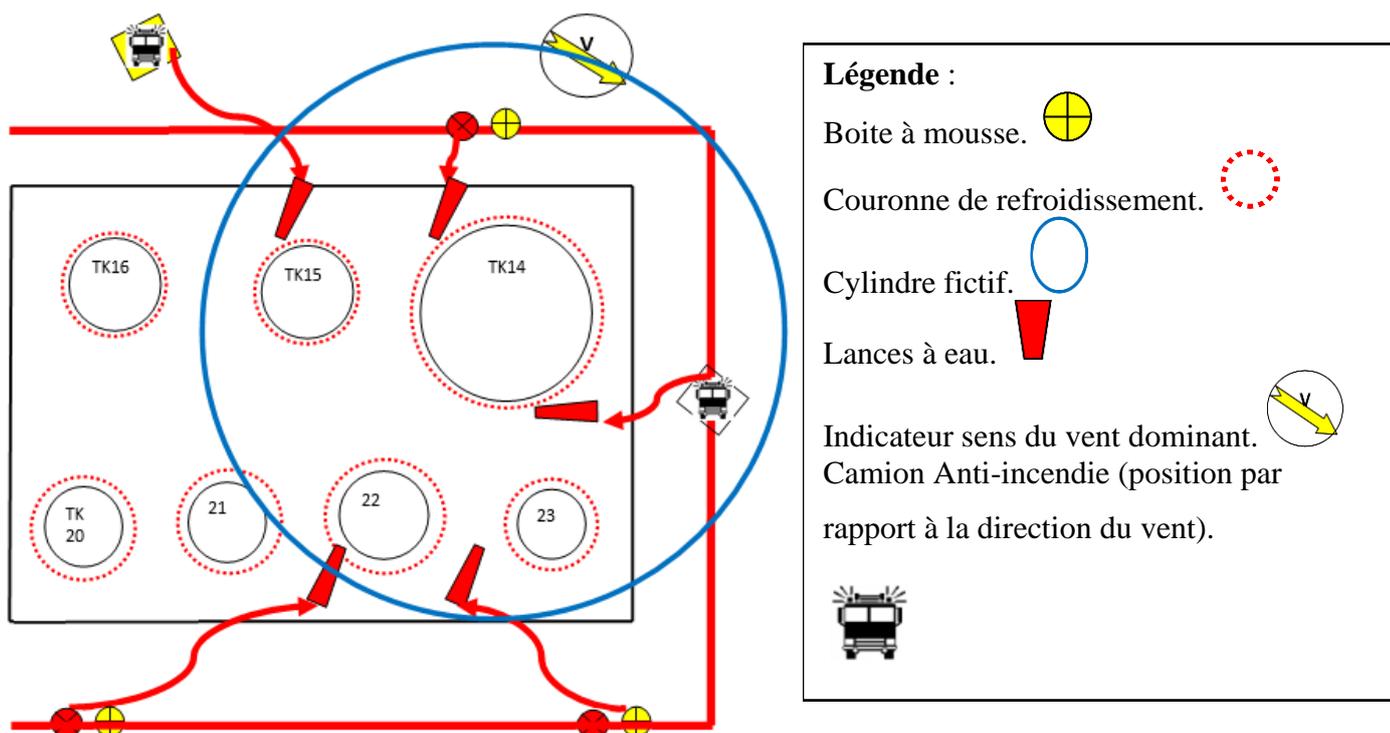
En cas de danger immédiat, le wali diligente les mesures d'urgence en concertation avec les services concernés, avant l'intervention des secours, en particulier :

- La diffusion de l'alerte auprès des populations voisines menacées par le risque industriel
- L'éloignement des personnes proches ou voisines du site à risque
- L'interruption de la circulation sur les infrastructures de transport
- L'interruption des réseaux et canalisations au voisinage du site à risque (eau, électricité, gaz...)
- La mise en œuvre du plan particulier d'intervention (PPI).

### V.1.2 Les situations d'urgences dans la zone de stockage de CDS REMCHI :

Les différents scénarios d'accidents graves, d'origine interne ou externe pouvant survenir en fonctionnement normal ou dégradé des installations, chaque scénario à des méthodes d'intervention adéquate .[17]

#### 1) Scénarios A : Feu sur le toit du Bac N° 14 supposé en feu :



**Figure V.1:** Schéma d'intervention pour feu de toit de bac 14.

#### ➤ Actions à entreprendre simultanément juste après l'arrêt de l'exploitation :

1. Activer les chambres à mousse en assurant un film de mousse sur toute la surface à l'intérieur du bac N° 14 en feu d'une épaisseur de 20 cm afin d'éliminer l'apport d'oxygène.

2. Refroidir le bac en feu au moyen des installations fixes et mobiles disponibles (couronnes d'arrosage, lances à eau).

3. Refroidir les bacs (15.22.23.21) se trouvant à l'intérieur du cylindre fictif au moyen des installations fixes et mobiles disponibles (couronnes d'arrosage, lances à eau).

4. Disposer les deux camions anti-incendie pour refroidissement des installations et surveillance de feux de cuvette.

5. Alerter le PDOI.

## 2) Scénarios B : Rayonnement avec effet de surpression suite explosion/incendie au niveau de la zone de stockage :

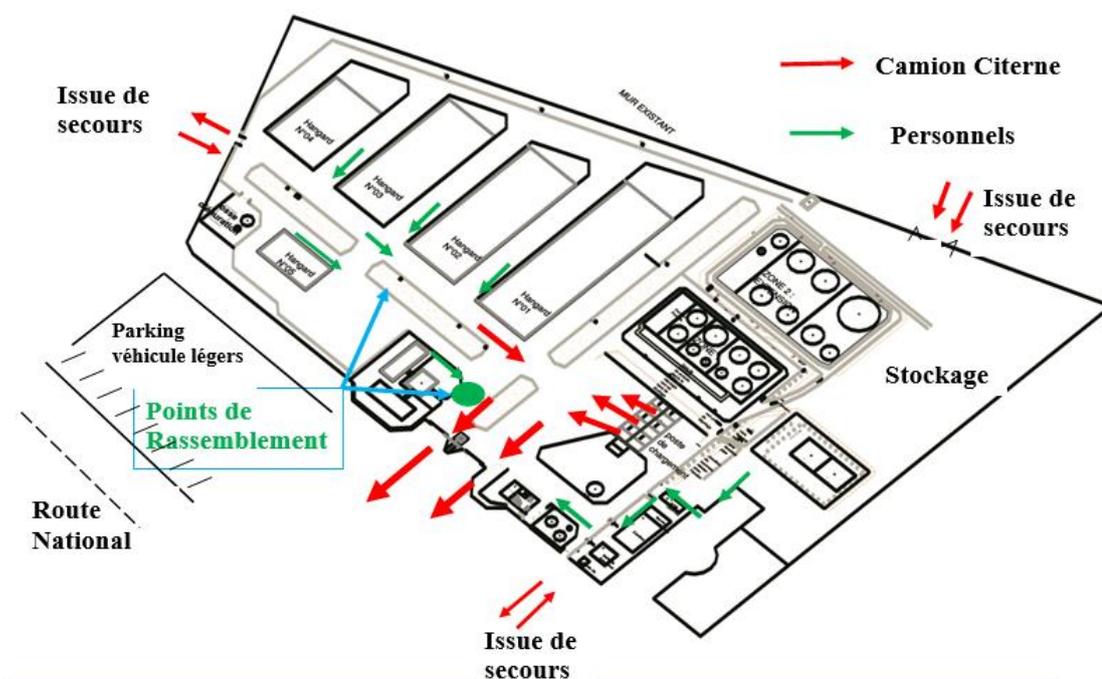
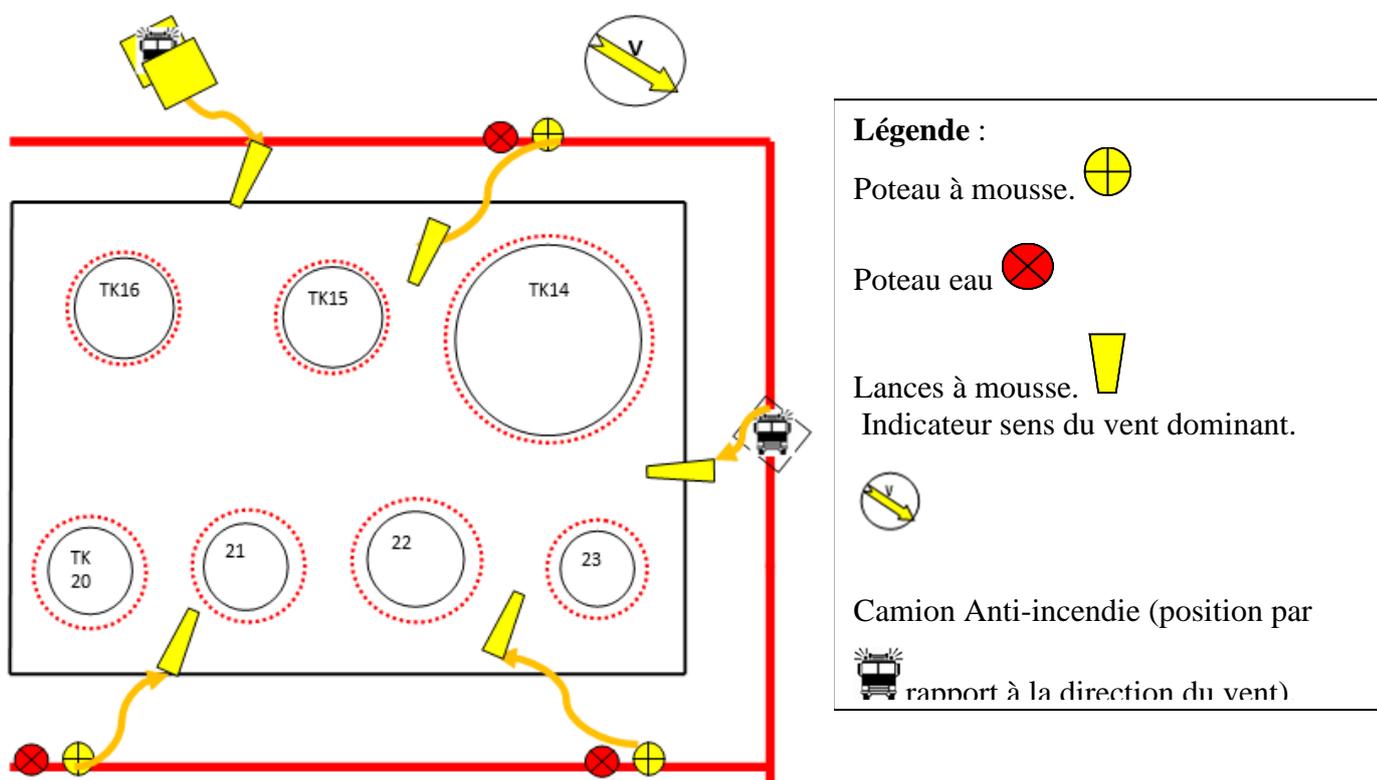


Figure V.2 : Plan d'évacuation de site.

➤ **Actions à entreprendre simultanément juste après l'audition du signal d'alerte sonore (son continu modulé) ou sur ordre :**

1. Arrêt immédiat de l'alimentation électrique générale.
2. Evacuer calmement les bureaux et fermer les portes et fenêtres.
3. S'assurer que tous les personnes ont été bien évacuées.
4. Rejoignez les points de rassemblement désignés sur le « Plan Sécurité Incendie » en utilisant les issues de secours les plus proches et en suivant le sens d'évacuation indiqués par les flèches vertes ou les orientations des guides.
5. Organiser la gestion du point de rassemblement et l'évacuation éventuelle des véhicules vers l'extérieur si nécessaire.
6. Alerter le PDOI.

2) **Scénarios C : Feu de cuvette de rétention. Zone 01 :**

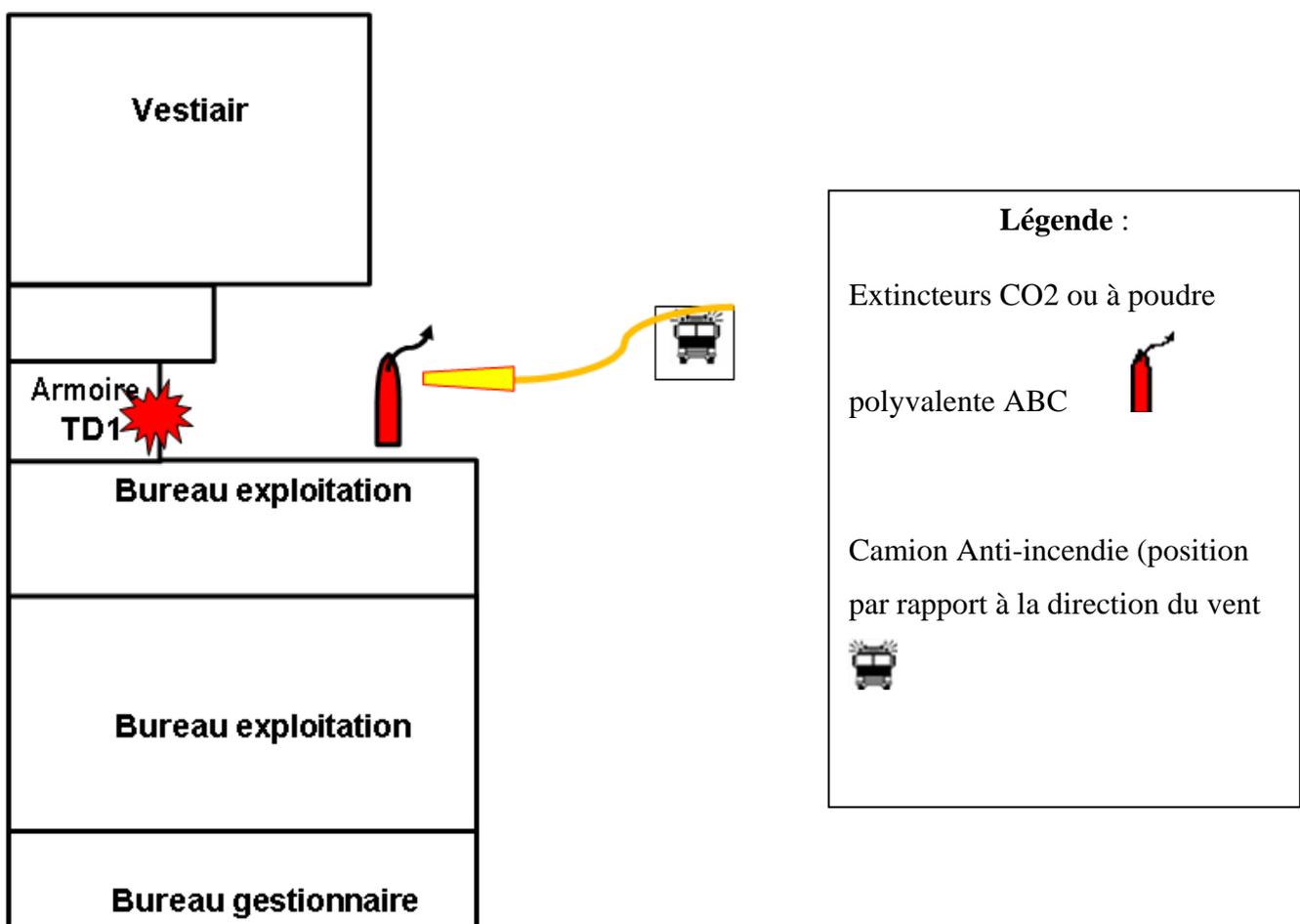


**Figure V.3:** Schéma d'intervention pour feu de cuvette.

➤ **Actions à entreprendre simultanément juste après l'arrêt de l'exploitation :**

1. Appliquer un film de mousse d'au moins 20 cm d'épaisseur en utilisant les déversoirs mobiles à mousse ou tout autres moyens de lutte fixes et mobiles disponibles (canons et lances à mousse camions anti-incendie, etc.).
2. Refroidir les installations avoisinantes se trouvant à l'extérieur de la cuvette en feu au moyen des installations fixes ou mobiles disponibles (couronnes d'arrosage, lances à eau et camions anti incendie, etc.).
3. Alerter le PDOI.

**3) Scénarios D : Feu à l'intérieur du local électrique TD1**



**Figure V.4:** Schéma d'intervention pour feu à l'intérieur du local électrique.

➤ **Actions à entreprendre simultanément juste après l'arrêt de l'exploitation :**

1. Arrêt immédiat de l'alimentation électrique générale.
2. Evacuer les camions citernes se trouvant au niveau du poste de chargement.
3. Evacuer les wagons citernes se trouvant au niveau du poste de chargement.
4. Première intervention en utilisant les extincteurs se trouvant à proximité Co2/ poudre polyvalente ABC.
5. Établir au moyen du camion AI, un dispositif complémentaire pour une extinction rapide en utilisant la poudre sèche du camion.
6. Alerter le PDOI.

**4) Scenario E : Explosion au niveau du Laboratoire :**

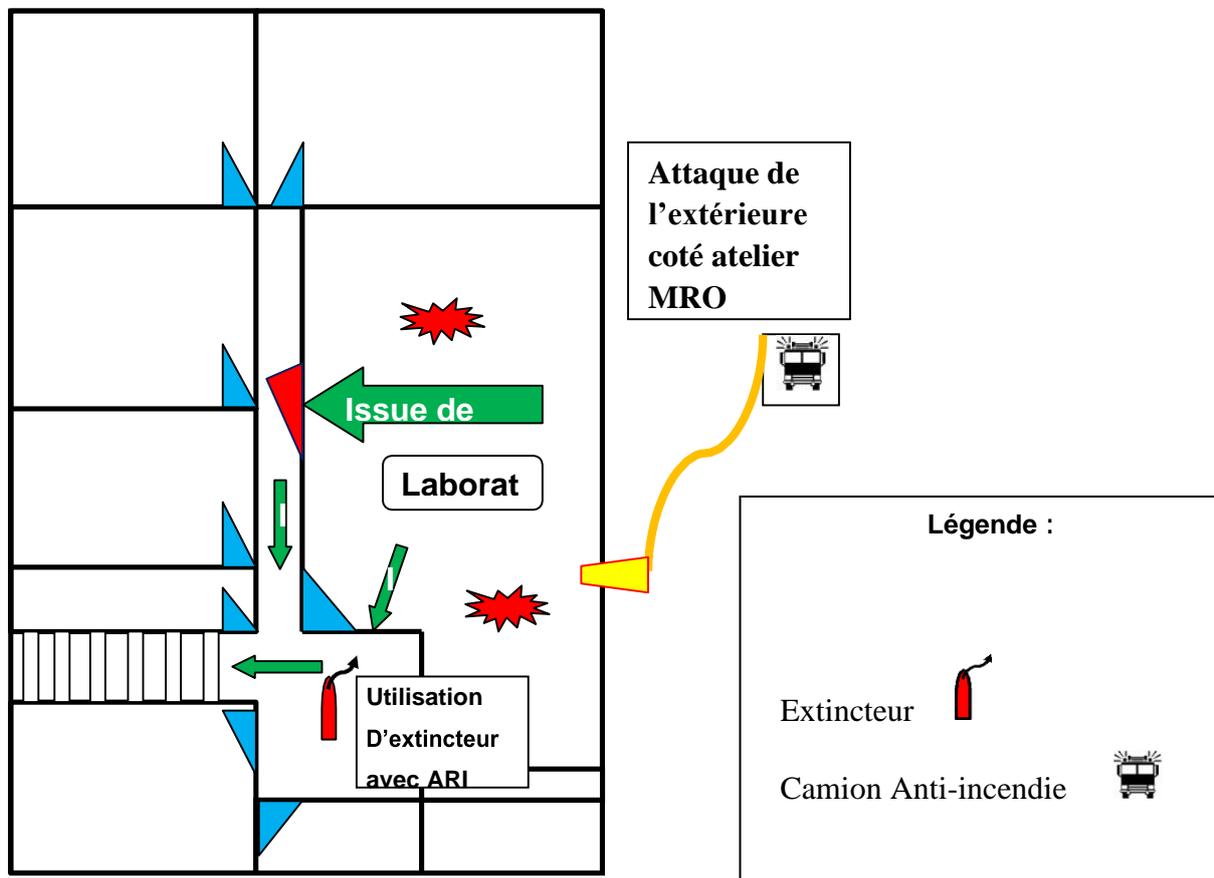


Figure V.5: Schéma d'intervention pour explosion au niveau du Laboratoire.

➤ **Actions à entreprendre simultanément juste après le départ du feu :**

1. Arrêt immédiat de l'alimentation électrique générale.
2. Première intervention en utilisant les extincteurs se trouvant à proximité CO<sup>2</sup> / poudre polyvalente ABC.
3. Donner l'alerte et évacuer le personnel du laboratoire.
4. Etablir au moyen du camion AI, un dispositif complémentaire pour une Extinction rapide par la poudre.
5. Alerter le PDOI.

## **V.2 Schéma général d'organisation de PII :**

Lors du déclenchement du plan particulier d'intervention « PPI » ou d'un plan d'urgence, la direction des opérations de secours est assurée par le wali ou son représentant.

Pour exercer sa mission, le directeur des opérations de secours « DOS » est assisté du commandant des opérations de secours « COS » et du Chef de l'établissement, Directeur des opérations internes « D.O.I »

Le commandant des opérations de secours « COS » est responsable de la phase opérationnelle des secours.

Ce commandement appartient au directeur de la protection civile de la wilaya ou à son représentant.

A ce titre, il assure la réalisation opérationnelle de l'idée de manœuvre définie conjointement avec le Directeur des opérations internes « D.O.I » et validée par le Directeur des Opérations de secours « DOS »

Il peut être aidé par le personnel compétent de l'entreprise sur lequel il exerce son autorité durant les opérations de secours.

Il reste en liaison avec le directeur des opérations de secours « DOS » et le commandant des opérations de secours « COS » pour lesquels il est le conseiller technique pour toutes les opérations liées à l'activité de l'établissement et pouvant avoir des répercussions sur le déroulement de l'intervention.

### **V.2.1 Déclenchement du PII :**

Le PII Compte-tenu des dangers omniprésents (propagation, explosion), de l'importance des moyens mis en œuvre, seule, une idée de manœuvre cohérente, élaborée à partir de la méthode de raisonnement tactique peut garantir le succès d'une opération de lutte contre un incendie de dépôt d'hydrocarbures.

La désignation des moyens matériels et humains à engager ainsi que la définition des rôles et des procédures opérationnelles d'intervention spécifique à l'établissement ne peuvent être validées qu'à partir d'un document rédigé par l'exploitant qui détermine à titre prévisionnel les mesures d'organisation interne et les modalités d'intervention en fonction des risques potentiels, c'est-à-dire le Plan Interne d'Intervention (PII).

- **Consigne de sécurité :**

- Mettre en place le PC.
- Arrêter l'exploitation
- Arrêter le transfert par le biais de la raffinerie ARZEW station ASR
- Procéder à l'évacuation des moyens mobile vers l'extérieur.
- Maître en place les différents modules et affecter les personnes y afférant.
- Procéder à l'évaluation de la situation.
- Procéder au transfert du personnel vers un autre point de rassemblement dans le cas où la situation s'aggrave.
- Libérer les issues de secours et faciliter l'intervention extérieure.

Dès que le Plan Interne d'Intervention (PII) est mis en œuvre, les différentes fonctions se mettent progressivement en place.

La mise sur pied rapide d'un Poste de Commandement (PC) est d'une importance capitale dans ce type d'intervention. C'est de ce PC, et de lui seul, que doivent partir les ordres d'intervention. En aucun cas, des structures et les autorités dispersées sur le terrain ne doivent donner d'ordre sans passer par le point de coordination que constitue le PC.

### V.2.2 Les acteurs de la gestion de l'intervention :

- Directeur des opérations internes « D .O.I ».
- L'assistance D.O.I.
- secrétariat D.O.I.
- le Chef du PC Opérationnel.
- secrétariat P.C Opérationnel.
- Le responsable intervention.
- le responsable d'exploitation.
- Service Logistique.
- Service communication.

Les fonctions qui sont décrites dans la structure d'organisation répondent à différentes missions qui sont à remplir à un moment donné par l'intervention.

Cette structure peut être adaptée en fonction de la taille de l'établissement, des procédures d'intervention et des moyens de secours à engager.

## 1) La fonction des différents acteurs :

Tableau V.1: Fonction des acteurs de l'intervention.

Acteur	Fonction
Directeur des opérations internes « D.O.I ».	Le Chef de l'établissement est à l'intérieur de son établissement le Directeur des opérations internes (D.O.I).Toutefois l'existence d'un PII ne fait pas obstacle à l'exercice des pouvoirs des autorités locales. En effet, le P.APC bénéficie d'une compétence générale en cas de sinistre survenant sur le territoire de sa commune.
assistance D.O.I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assiste le D.O.I</li> <li>- Supplée le D.O.I chaque fois que nécessaire</li> <li>- Prend le recul pour anticiper les évolutions possibles du sinistre</li> <li>- Apporte au D.O.I les éléments nécessaires pour réorienter si nécessaire la stratégie</li> <li>- Cordonne avec les différents acteurs de l'intervention pour remplir sa mission</li> <li>- Prend les documents et les équipements relatifs à sa fonction,</li> <li>- Prépare les documents à transmettre</li> <li>- Filtre les appels extérieurs</li> <li>- Prépare des communiqués interne et externe</li> </ul>
secrétariat D.O.I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivre les actions du D.O.I.</li> <li>- Tenir à jour la main courante du D.O.I.</li> <li>- Recueillir et sauvegarde le maximum d'informations pour permettre la gestion des conséquences du sinistre a posteriori (enquête judiciaire, réparation, retour d'expérience)</li> </ul>
Chef PC Opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D'organiser la mise en place des différentes fonctions du PC exploitant</li> <li>- De faire recueillir les informations sur la situation et l'évolution du sinistre et de l'intervention et en informe le D.O.I</li> <li>- De coordonner les actions du PC exploitant</li> <li>- De faire élaborer la tactique et la proposer au D.O.I</li> <li>- De faire appliquer les décisions du D.O.I</li> <li>- De s'assurer de la bonne circulation de l'information,</li> </ul>
secrétariat P.C Opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assister le chef P.C. Opérationnel</li> <li>- Organiser le P.C. Opérationnel au plan matériel</li> <li>- Consigner la chronologie du sinistre et de l'intervention en collaboration avec les autres fonctions du P.C.O.</li> </ul>

<p>Le responsable intervention</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se rendre au P.C. Opérationnel</li> <li>- Informer de sa prise de fonction</li> <li>- Prendre les documents et les équipements relatifs a sa fonction,</li> <li>- S'informer de la situation</li> <li>- Dégager, en sécurité les blessés éventuels</li> <li>- Attaquer le sinistre avec les moyens de l'établissement dans l'attente des renforts.</li> </ul>
<p>responsable d'exploitation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transmettre les ordres d'arrêt partiel ou total et d'évacuation</li> <li>- Appliquer les consignes sécurité incendie applicable sur le site (mise en sécurité des personnes et des bâtiments)</li> <li>- Assurer la responsabilité de l'exploitation du site et de l'installation sinistrée</li> <li>- S'assurer de la sécurité des installations voisines</li> <li>- Assurer la continuité dans la fourniture des fluides généraux</li> <li>- Coordonner les manœuvres impliquant plusieurs installations</li> <li>- Prendre en compte les problèmes d'environnement</li> <li>- Anticiper l'évolution de la situation sur l'installation</li> <li>- Anticiper et planifier les procédures d'isolement ou de relance de la zone sinistrée</li> <li>- Assurer la complémentarité avec les services de la protection civile</li> <li>- Assurer une veille en ce qui concerne la protection de l'environnement</li> </ul>
<p>Fonction logistique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assure les demandes de renforts</li> <li>- Réceptionne et stocke les moyens dans un lieu approprié de l'établissement</li> <li>- Comptabilise et localise tous les moyens pour le PC Opérationnel</li> <li>- Assure l'intendance du personnel et des moyens</li> <li>- Anticipe les besoins avec l'aide des fonctions "intervention" et «exploitation" du PC Opérationnel.</li> </ul>
<p>Fonction communication</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informe le D.O.I des demandes d'information, d'interview ou de rencontre</li> <li>- Assure ou prépare pour le D.O.I les actions de communication</li> </ul>

### V.3 ORGANISATION DES SECOURS :

#### V.3.1 Moyens d'alerte et d'arrêt :

Les moyens d'alerte dans l'établissement consistent en des postes téléphoniques reliés aux bureaux administratifs pouvant appeler les secours extérieurs par lignes spécialisées, et des alarmes sonores qui sont déclenchées lorsqu'un accident se produit.

L'établissement dispose d'un système d'alarme par sirène et des boutons poussoirs sont disposés dans les endroits stratégiques du site. En outre il est doté d'une installation fixe de détection thermique de fumée et d'extinction automatique.

### V.3.2 Moyens de détection :

- Boutons poussoirs répartis au niveau du CSD.
- Détecteurs incendie reliés au tableau synoptique en salle de contrôle.
- Détecteurs de fumée, également reliés au tableau synoptique.

### V.3.3 Moyens de lutte contre l'incendie :

Suivant les règles d'aménagement des dépôts carburants, il est installé un réseau d'incendie hébergé dans une superficie de 200m<sup>2</sup> comprenant deux réseaux d'alimentation d'eau de refroidissement et de la mousse étouffante de feu. Outre, la protection est assurée par des dispositifs portatifs (Extincteurs) et des différents poteaux répartis pour la protection des installations et bâtiments conformément aux règles d'usage.

- Un réseau incendie (Eau & Mousse) raccordé au réseau existant du dépôt Remchi
- Six (06) Chariots à mousse mobiles de sécurité.
- Des extincteurs portatifs à poudre et au CO<sub>2</sub>.
- Trois paratonnerres pour la protection des installations contre la foudre.
- Un dispositif de détection incendie :
  - Centrale anti-incendie installée au niveau de la sous station électrique.
  - Centrale anti-incendie installée au niveau de la salle de contrôle.
  - Détecteurs de fumée et de chaleur installés au niveau de la salle de contrôle et de la sous station électrique.
  - Déclencheurs manuels et sirènes installés au niveau de la sous station électrique et de la salle de contrôle.
  - Six (06) détecteurs de flamme installés sur site.
  - Détecteurs de flammes, fumée et de température pour la détection automatique de l'incendie.

### V.3.4 Plans d'alerte :

Le plan d'alerte en cas d'incendie est composé de la manière suivante :

1. Protection civile de REMCHI.
2. Responsable de la cellule de sécurité (RSI) CDS REMCHI.
3. Le Chef de Centre basé à REMCHI.
4. Les Responsables des différents modules.
5. Secours et sauvetage.

6. Soins médicaux et Evacuation.
7. Matériels et équipements divers.
8. Liaison et information.
9. Transport.
10. Gendarmerie nationale et Sécurité nationale REMCHI .
11. Président APC REMCHI .
12. Chef de Daïra REMCHI .
13. Responsables cellules sécurité Industrielles Unités limitrophes : ONAB, SNEMA .
14. Directeur Naftal CLP basé à Remchi.
15. Responsable sécurité industrielle .
16. Responsable département Technique.
17. Responsable département PMG.
18. Responsable département Commercial.
19. Responsable département Finances.

### V.3.5 Moyens de secours internes :

#### 1. Moyens matériels mobiles :

- 02 centrales à mousse localisées au niveau de la salle incendie.
- fûts d'émulseurs (postes de chargement).
- 02 lances Pilote à mousse diamètre 100.
- Flexibles de diamètres 45 et 70.
- Lances diamètre 45 et 70.
- Fûts d'émulseur de 200 litres.

Des extincteurs répartis sur le site :

**Tableau V.2:** Nombre et type d'extincteurs repartis sur le site.

Extincteurs à poudre sèche 06 Kg	16
Extincteurs à poudre sèche 09 Kg	24
Extincteurs à poudre sèche 50 Kg sur roues	9
Extincteurs à poudre sèche 100 Kg sur roues	9
Extincteurs neige carbonique CO <sup>2</sup> 02 Kg	5
Extincteurs neige carbonique CO <sup>2</sup> 05 Kg	14
Extincteurs neige carbonique CO <sup>2</sup> 10 Kg sur roues	2

#### 2. Moyens matériels fixes :

- 01 Salle anti incendie.
- 02 cuves à mousse de 2000 litres.

- 01 moto pompes de 350 m<sup>3</sup>/h.
- 02 électropompes de 150m<sup>3</sup>/h.
- 01 surpresseur de 10 000 L.
- Un réseau anti incendie maillé et sectionnable.
- Une réserve d'eau 2330 m<sup>3</sup>.
- 36 postes incendie réparties sur le site.
- 42 poteaux incendie.
- Chariots à mousse équipés.

### 3. Moyens humains :

- Vingt-huit agents sont formés pour la prévention et les interventions.
- Quatre groupe (six Agents /groupe) travaillent 24h/24 (2 x 12) .

#### V.3.6 Moyens de secours externes :

La ville de REMCHI possède un important centre de secours principal. Ce centre centralise les appels et intervient directement. Il peut faire appel aux services de secours de la Ville de Tlemcen, dotée en moyens plus importants.

Il est équipé en matériels et est composé de professionnels et de bénévoles et assurent des permanences. Les équipements sont importants et doivent compter :

1. Fourgons pompe tonne léger.
2. Fourgons premiers secours.
3. Motos pompe remorquable.
4. Véhicules de secours aux asphyxiés et brûlés.
5. Camions d'intervention diverses.
6. Véhicule de secours routier.
7. Réserves d'émulseurs.
8. Canons à mousse.

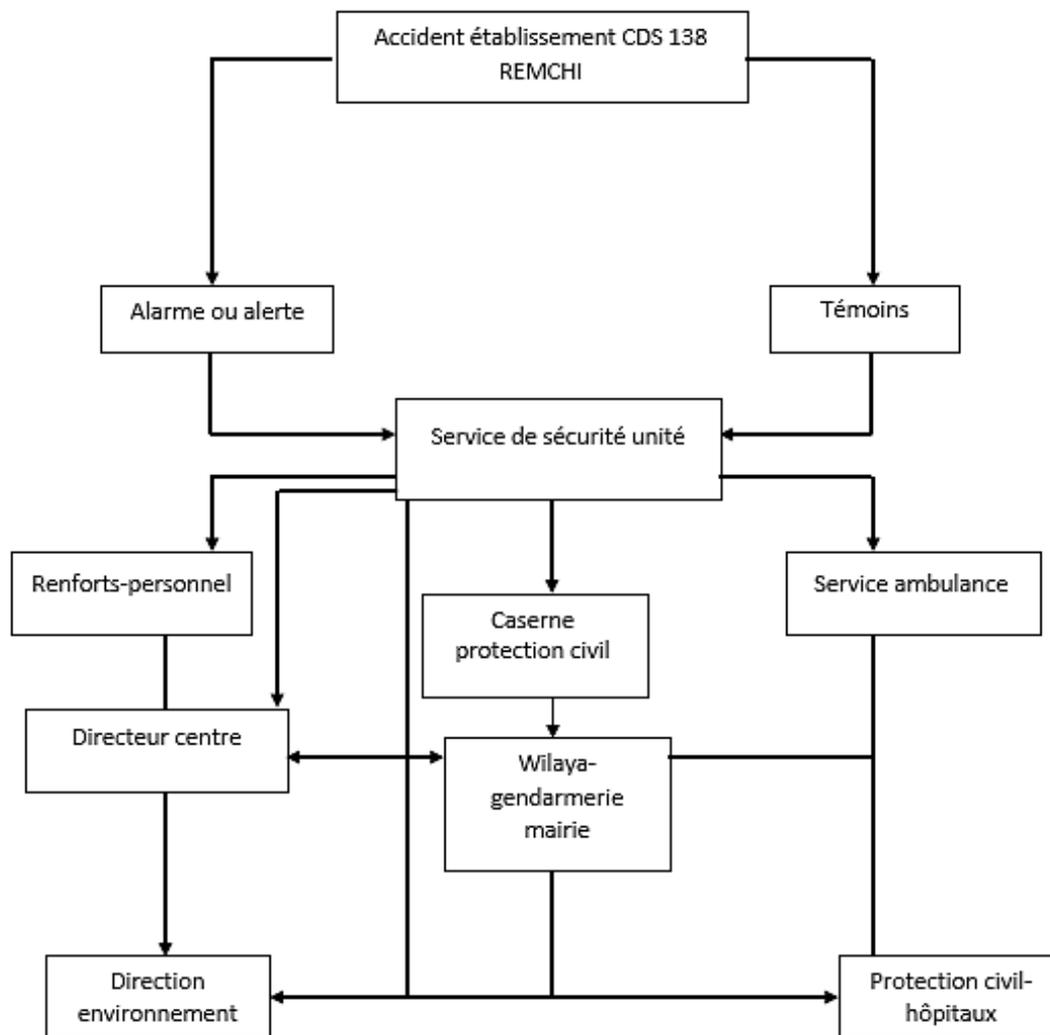


Figure V.6: Schéma d'intervention Centre CDS REMCHI.

#### V.4 Recommandations :

La principale recommandation pour vaincre le feu importe surtout d'agir vite, ce qui implique que l'alarme et l'alerte doivent être données le plus rapidement possible, il est également nécessaire d'assurer une installation et un système efficace de maintenance et d'inspection de détecteurs de gaz et d'incendie.

Trois actions principales doivent avoir lieu de façon simultanée :

- Déclenchement de l'alarme et de l'évacuation du personnel ou de la mise en sécurité des personnes en situation d'handicap nécessaire, rapide mais sans aucune précipitation, dans le respect des consignes et des procédures.
- Réaction rapide et appropriée du personnel à proximité pour éteindre ou contenir le début de l'incendie dans l'attente de l'intervention des secours ;
- Alerte des secours extérieurs (sapeurs-pompiers).

## V.5 Conclusion :

La planification et l'optimisation de l'intervention sur les zones de stockage des hydrocarbures se base sur l'analyse des risque et ne peut être bénéfique sans applications sur des cas réels, donc cette utilité est vitale pour des installations existante afin de :

- Adopter la stratégie et les tactiques qui répondent aux effets désastreuses d'un éventuel événement des risques afin de les contenir.
- N'utiliser que les moyens jugés nécessaire pour l'incident.
- Sensibiliser les travailleurs sur le comportement à adopter en cas de catastrophe.

## Conclusion générale

Les risques technologiques liés aux réservoirs de stockages constituent un problème majeur dont les conséquences sont catastrophiques avec un effet direct lors de l'occurrence (blessés, fatalités, dommage matériels et environnementaux) et ainsi un effet indirect pendant l'intervention (blessés, fatalités, dommage matériels et environnementaux) pour contenir et limiter son étendu.

En effet, un accident doit être restitué dans son contexte et en particulier son contexte technologique. La plupart de ces accidents liés aux réservoirs de stockage aurait pu être évitée si la culture de sécurité ainsi que les exigences de système de la sécurité ont été misent en œuvre et respectés.

Les résultats obtenus, lors de cette étude, montre l'importance de l'utilisation de l'évaluation de risque et la modélisation pour déterminer les effets des conséquences des accidents et leurs apports pour la planification des stratégies d'intervention et la protection des installations les plus critiques des effets dominos qui optimisent les moyens et les coûts qui sont généralement très importants lors d'une intervention mal organisée.

L'étude des risques d'une installation vise à identifier, analyser et réduire au maximum les risques ou à les maintenir dans leurs limites acceptables.

Par ailleurs, le processus de l'analyse des risques servira donc à se préparer contre les événements majeurs en mettant toutes les barrières nécessaires parmi lesquelles se trouvent les barrières organisationnelles et les barrières de sécurité qui aident à mettre une stratégie d'intervention en cas d'une situation dangereuse.

Le plan d'intervention interne est une barrière efficace pour contenir ces effets.

A l'issue de l'étude pratique, nous avons pu avoir les résultats suivant :

- Estimation des conséquences de chaque accident et de ses effets possibles.
- Définition des distances d'effets thermiques et de surpression relatives à la radiation suite à une explosion (scenario 1).
- Recensement des moyens et stratégies d'intervention nécessaires pour maîtriser et contenir les risques étudiés relatifs à la zone de stockage.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES :**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- [1] NAFTAL, Branche carburant (TLEMCEN/REMCHI), Octobre 2007.
- [2] Tout l'Univers. Hachette/Le livre de Paris, Volume 13, 1975.
- [3] ENSPM, Réservoir de stockage, IFP Training, 2005.
- [4] DR AKE, Cours stockage distribution et transport des hydrocarbures(STDH), Côte d'ivoire
- [5] ENSPM, Exploitation des bacs de stockage, IFP Training, 2006.
- [6] Document de SONATRACH, Stockage atmosphérique, IFP Training, 2015, page 5
- [7] Wikipédia, Encyclopédie libre, Septembre 2020. Sur la page Web : <https://fr.wikipedia.org/>
- [8] Actu environnement, Dictionnaire environnement, Hydrocarbure, 06/2016. Sur la page Web : <https://www.actu-environnement.com/>
- [9] Document d'INRS, ED5001, décembre 2013.
- [10] BROECKMANN Bernd, SCHECKER H.G. – Heat transfer mechanisms and boilover in burning oil-water systems. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Vol.8, n°3, pp. 137-147, 1995.)
- [11] INRS,Santé et sécurité au travail, Incendie sur le lieu de travail, 09/2018. Sur la page Web : <https://www.inrs.fr/>
- [12] DJOUTE IMANE, Méthode d'analyse des risques dans les entreprises généraux des produits à risque, Mémoire Master, Génie Industriel, le 05/03/2009.
- [13] DGPR SRT BARPI, la référence du retour d'expérience sur accidents technologiques, 26 juin 2020. Sur la page Web : <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr>
- [14] Bolt R., Using or Creating Incident Databases for Natural Gas, Transmission Pipelines, The Netherlands, Amsterdam, 2006.
- [15] Portail NAFTAL, branche carburant, Direction HSE, 2011.

**[16]** A. SAIAD, Etude de danger, NAFTAL, Centre de Stockage et de Distribution, Octobre 2007.

**[17]** Y. MOUILLEAU, G. MAVROTHALASSITIS, B. CHHUON, Evaluation de l'aptitude du logiciel PHAST version 3.0 à traiter des conséquences de mise à l'atmosphère de produits inflammables ou toxiques, Rapport INERIS référencé EXP-YMo-GMv-BCh/DG, Z1/3, 78.1370, 1991.

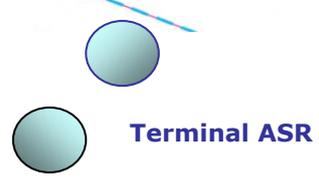
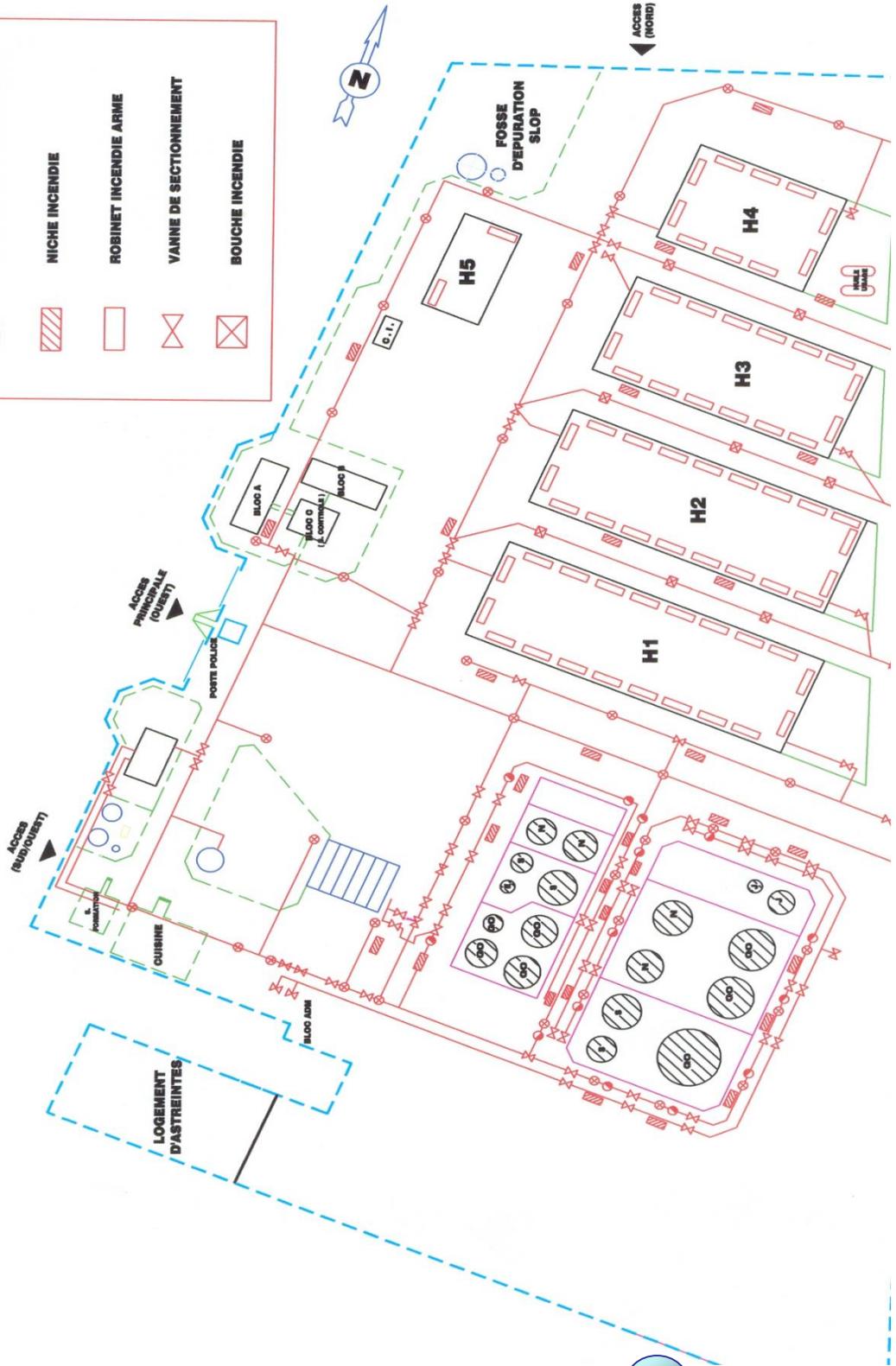
**[18]** NAFTAL, Plan d'intervention interne, Centre CBR 1138, Novembre 2011.

# **Annexe**

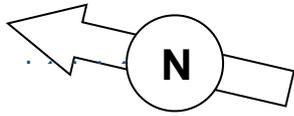
**LEGENDE**

	POTEAU INCENDIE
	POTEAU SOLUTION MOUSSANTE
	NICHE INCENDIE
	ROBINET INCENDIE ARME
	VANNE DE SECTIONNEMENT
	BOUCHE INCENDIE

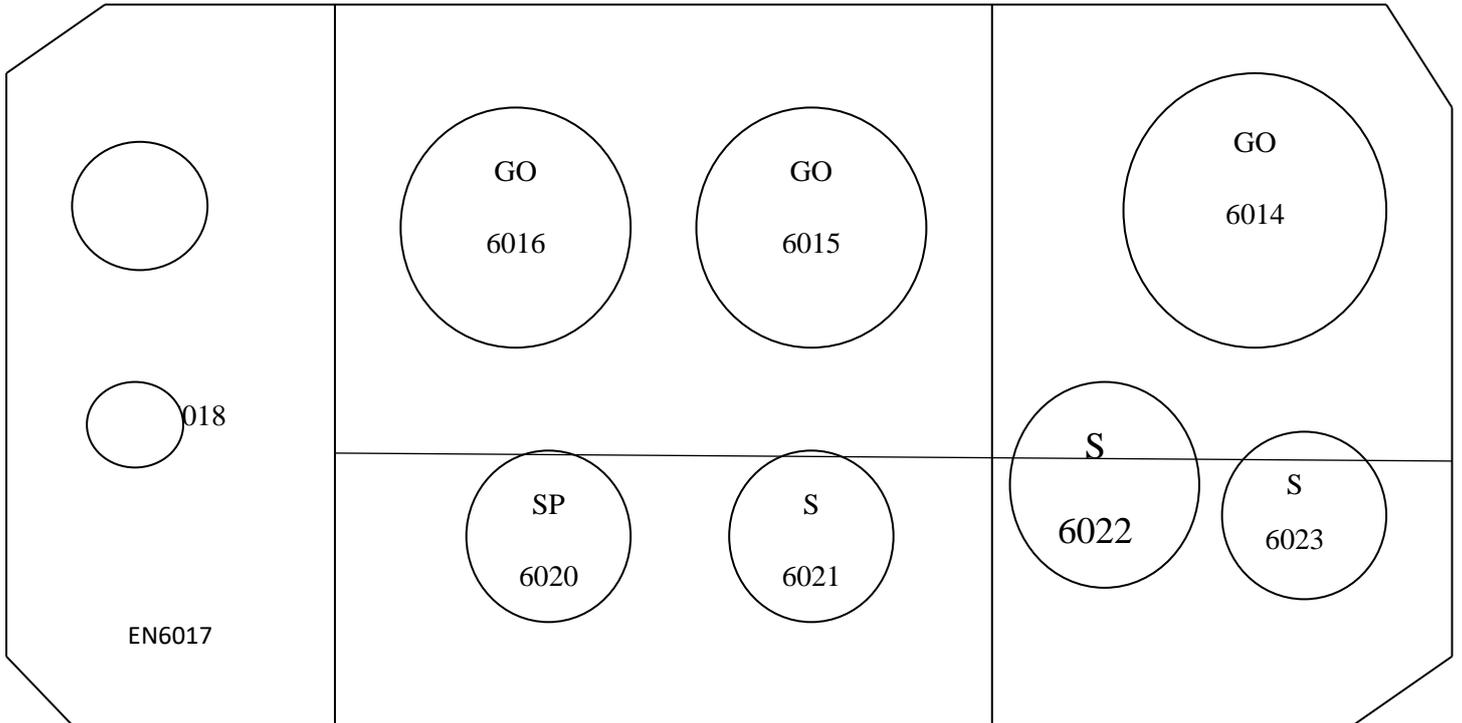
**PLAN DE MASSE**



# Plan parcellaire zone de stockage



## Zone 2



## Zone 1

