

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla

Institut de technologie

Département : Génie appliqué

Mémoire de licence Professionnelle

Pour l'obtention d'une licence professionnelle

Filière Hygiène et Sécurité Industrielle,

Spécialité Hygiène, Sécurité et Environnement.

Thème :

# Analyse des risques liés au stockage atmosphériques des Hydrocarbures

Réalisé par l'étudiante : Belhadj Fatima Zohra

Djari Maroua

Composition du jury :

Président : Mr. Kadri Mohamed Mahdi


Rapporteur : Mr. Hefaidh HADEF chef de département de génie appliqué, institut de Technologie, Kasdi Merbah Ouargla ; Membre de LRPI, Université de Batna.

Examineur : Mr. Abd Elbari Abbes

Année universitaire : 2016-2017

# Dédicace


*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est  
tous simplement que : Je dédie cette thèse de Licence à :*

 *A mon père Med Seghir :*

*Ma réussite a été, et est toujours ton souci permanent, papa. Tes conseils et tes prières m'ont toujours  
accompagné. Je ne trouverai jamais assez de mots pour t'exprimer tout mon amour, ma  
reconnaissance et ma profonde Gratitude pour les sacrifices consentis. Que Dieu le tout-puissant  
t'accorde une longue vie afin que les efforts que tu as consentis pour ma réussite te soient  
récompensés. Un jour tu seras d'avantage plus fier de moi.*


 *A ma mère Mebarka :*

*Je ne pourrai jamais au plus grand jamais oublier tout ce que tu as fait pour moi. Tu t'es toujours  
préoccupée de mon avenir, tant de sacrifices, tant d'affection, un engagement sans retenu, un amour  
sans pareil. Je ne pourrai jamais te remercier assez, que ce modeste travail soit un prélude de l'immense  
bonheur que je compte te procurer.*

 *A mes sœurs :Safa et Aya ainsi qu'à mon beau frère Mano :*

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

*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.*

 *A mes chers Amies : Choubaila, Sarah, Sofia, Karima :*

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

*DJARI Maroua*

# Dédicace

*Merci Allah de nous avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au du rêve, et du bonheur de lever nos mains vers le ciel et de dire :*

*« Hamdouli Allah »*

*A celles qui nous ont donné la vie, le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'ont pas cessé de nous encourager et de prier pour nous .Qui se sont sacrifiées pour notre bonheur et notre réussite, à ma mère,*

*† Aïcha †*

*A mon père, Morsli, l'école de notre enfance, qui ont été notre ombre durant toutes les années des études, et qui ont veillé tout au long de notre vie à nous encourager, à nous apporter leurs aides et à nous protéger.*

*Reçoit à travers ce travail aussi modeste il, l'expression de nos sentiments et de nos éternelles gratitudes.*

*A mes sœurs : Dina et Yousra*

*A mes Frères : Nadir et Naimi*

*A mes amis : Soumia, Zaima*

*En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection qu'on porte pour vous*

*A tous mes chers oncles, et chères tentes*

*A tous ceux qui nous sont chers On dédie ce travail*

*BELHADJ Fatima Zohra*

# Remerciements

*Nous remercions Dieu en premier lieu, qu'il soit loué de m'avoir donné la force  
et la patience nécessaires pour accomplir ce travail*

*Tous nos Remerciements vont à notre Directeur de mémoire*

*« Ms Hadeif Hefaidh » pour son aide morale et technique, ses conseils et sa  
patience durant la période de notre travail ;*

*Nous remercions infiniment « Mr .Tliba Housseem », pour leur générosité, aides,  
et précieux conseils dont il a fait preuve.*

*Un remerciement spécial pour « Mr Kouzzi Hadj Yagoub », pour leur soutien  
moral, scientifique, matériel et aussi pour leur encouragement.*

*Tous nos remerciements vont à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin afin  
que ce travail voie le jour.*

## Table des matières

Dédicace.....	I
Dédicace.....	II
Remerciements.....	III
Table des matières.....	IV
Abréviation, acronymes .....	VI
Liste des figures.....	VIII
Liste des tableaux .....	IX
Introduction générale.....	1

### Chapitre I : Etude conceptuelle

I-La gestion des risques.....	3
I.1- Cadre réglementaire de l'analyse des risques.....	3
I.2- La gestion des risques .....	4
I.2.1- Principes pour la gestion des risques.....	4
I.2.2- Analyse des risques.....	5
I.2.3- Evaluation du risque.....	6
I.2.4- Acceptation du risque.....	6
I.2.5- Réduction du risque.....	6
II- De la gestion des risques au management des risques.....	7
III-Place de l'analyse des risques dans le système de management des risques .....	7
IV-Panorama des méthodes d'analyse des risques.....	8
IV .1-Les méthodes classiques d'analyse du risque.....	8
IV.1.1-Analyse préliminaire des risques(APR) .....	8
IV.1.2-Analyse des modes de défaillance, de leurs effets(AMDE) et de leur criticité (AMDEC).....	9
IV.1.3-HAZard and OPerability studies (HAZOP).....	10
IV.1.4-Arbre de défaillance .....	11
IV.1.5-Arbre des évènements.....	12
IV.1.6-Méthode nœud papillon.....	14
IV.2-Les méthodes intégrées d'analyse des risques.....	15
IV.2.1-A Risk Assessment Methodology for industriels (ARAMIS).....	15

IV.2.2-Quantitative Risk Assesement(QRA).....	16
IV.2.3.Méthodes Organisée Systémique d’analyse de risque(MOSAR).....	17
IV.2.4-Layer of protection analysis (LOPA).....	18
<b>Chapitre II : Partie pratique</b>	
I-Présentation de Haoud Berkaoui .....	19
I.1-Situation géographique et implantation.....	19
I.2-Installation de Haoud Berkaoui .....	20
II-Démarche de l’analyse des risques à mettre en œuvre .....	21
II.1-Méthode d’analyse à mettre en œuvre .....	21
II.2-Description de la méthode HAZOP.....	23
II.3-Echelle de cotation des risques.....	23
II.4-Application de l’HAZOP au niveau de bac R05.....	26
II.5-Analyse détaillée des risques par l’ADD et l’ADE .....	38
Conclusion générale.....	46
Les recommandations.....	47
Référence bibliographique.....	48
Annexe a.....	50
Annexe b.....	53

# Abréviations, acronymes

## Chapitre I

ISO :International organization for standarization

CEI : Communauté des Etats indépendants/Commission électrotechnique internationale

SDF : Social démocratique front

APR : Analyse Préliminaire des risques

AMDEC : Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité

AMDE : des modes de défaillances de leurs effets

HAZOP : HAZard and OPerability

ADD : Arbre de défaillance

ADE : Arbre des évènements

P : Probabilité

G : Gravité

P&ID : Piping and Instrumentation Diagram

ER : Evènement Redouté

E : Evènement

ERC : Evènement redouté centrale

EM : Effets majeurs

PH D : Phénomène dangereux

E in : Evènement indésirable

EI : Evènement initiateur

ARAMIS : Risk Assessment Methodology for Industriels

QRA : Quantitative Risk Assesement

Courbe F /N : Courbe Fréquence/Nombre

CPR : Cardio-pulmonary resuscitation /La réanimation cardio-pulmonaire

CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

MADS : Méthodologie d'Analyse du Dysfonctionnement des Systèmes

LOPA : Layer Of Protection Analysis

## Chapitre II

HBK : Haoud Berkaoui

UTG : Unité de traitement de gaz

GLA : Guellala

GPL : Gaz pétrole liquéfié

GL : Gaz lift

DP : Division Production

ALARP : as low as reasonably practicable

ATM : Atmosphérique

BP : Base pression

UVCE : Unconfined Vapour Cloud Explosion

BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion



## Liste des figures

### Chapitre I

Figure I.1 : Processus de la gestion du risqué .....	5
Figure I.2 : Exemple d'arbre des défaillances .....	11
Figure I.3 : Réduction de l'arbre des défaillances pris en exemple.....	12
Figure I.4 : Exemple d'exploitation d'un arbre d'évènements.....	14
Figure I.5 : Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon.....	15
Figure I.6 : Exemple de courbe ISO risque ou Carte du risque individuel.....	16
Figure I.7 : représentation des risques sociétale courbe F /N typique.....	16
Figure I.8 : Le modèle MADDS du processus de danger.....	17

### Chapitre II

Figure II.1 : Situation géographique.....	20
Figure II.2: Matrice de risques Sonatrach DP.....	24
Figure II.3: L'état de stockage au centre de production HBK.....	26
Figure II.4 : Arbre d'évènement.....	37
Figure II.5 : Arbre de défaillances.....	39
Figure II.6 : L'arbre des défaillance réduite .....	45

## Liste des tableaux

Chapitre I	
Tableau I.1 : Définitions de l'analyse des risques.....	4
Tableau I. 2 : Exemple de tableau de type « APR ».....	8
Tableau I.3 : Exemple d'un tableau de type « AMDEC ».....	9
Tableau I.4 : Exemple de tableau pour « HAZOP » .....	10
Tableau I.5 : Exemple de tableau définissant les fonctions de sécurité.....	13
Chapitre II	
Tableau II.1:Les méthodes de types sureté de fonctionnement.....	22
Tableau II.2 : Echelle de gravités.....	24
Tableau II.3: Echelle des occurrences.....	25
Tableau II.4: Niveaux de risques.....	25
Tableau II.5: Les bacs de stockages de brut sur les sites de Haoud Berkaoui.....	27
Tableau II.6: Caractéristiques du bac R05.....	27
Tableau II.7 : Tableaux de « HAZOP » bac R05.....	29
TableauII.8 : les causes de défaillance donnée par LASTFIRE.....	38
TableauII.9 : Les probabilités de défaillance d'un réservoir atmosphérique.....	39
Tableau II.10 : Les probabilités de défaillance et la fréquence des pompes.....	39
Tableau II.11 : Les probabilité total des bacs et pompes.....	39
Tableau II.12: Les phénomènes dangereux et leurs fréquences.....	42
Tableau II.13 : Les événements de base et F/P.....	44

# Introduction générale

Le secteur des hydrocarbures en général et la distribution des produits en particulier constituent incontestablement des secteurs à hauts risques. Les risques spécifiques à chaque produit. Ces derniers augmentent au fur et à mesure au cours de diverses opérations de réception, d'exploitation, de stockage et de transfert.

Actuellement le risque majeur susceptible de survenir au niveau des installations pétrolières et compte tenu de l'activité du secteur hydrocarbures est l'incendie et/ou l'explosion selon les études de danger au niveau des différentes régions de SONATRACH particulièrement. En outre l'accidentologie montre que les accidents qui se produisent dans les zones de stockage des hydrocarbures, entraînent des phénomènes majeurs sur les sites industriels.

En Algérie, La loi n° 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable a comme objectif d'édicter les règles de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. Elle vient renforcer la notion de prévention des accidents impliquant des substances dangereuses en imposant notamment à l'exploitant, la mise en œuvre d'un système de maîtrise, de gestion des risques et d'une organisation proportionnées aux risques inhérents aux installations industrielles.

Dans notre étude, et dans le cadre de la prévention des risques majeurs au niveau de la différente région de SONATRACH, nous avons deux objectifs, la première objectif professionnelles c'est la réalisation d'une analyse des risques au niveau de la région HBK afin de faire l'exemple sur l'ampleur des effets qui peut engendré par une accidents au niveau de bac de stockage ( comme titre d'exemple), et la deuxième scientifique, c'est l'utilisation des méthode adapté pour trouver les causes et les conséquences d'un

Evènement indésirable, afin d'examiner nos compétences en matières des risques incendie/explosion et les méthodes d'analyse de sécurité des systèmes.

En s'intéresse sur l'analyse des risques liées aux stockages atmosphérique des hydrocarbures au niveau du centre de production HBK, Pour atteindre cet objectif, ce manuscrit est composé de deux chapitres :

- Le premier chapitre, c'est l'aspect théorique de notre sujet, terminologie en matière d'analyse des risques, le processus d'analyse de risques et en fin une chronologie des méthodes d'analyse de sécurité des systèmes.
- Le second chapitre consacré à la présentation de l'entreprise et étude de cas (bac de stockage) par deux méthodes complémentaire, arbre des causes pour recenser les causes possibles d'un évènement indésirables et la méthode d'arbre des évènements afin de trouver les conséquences de cet évènement indésirable.

Nous concluons notre travail par une conclusion générale. Et en fin, certaines informations complémentaires, utiles à notre étude sont regroupées en annexes.

# Chapitre I

## Etude de conceptuelle de l'analyse des risques

### I. La gestion des risques :

#### I.1. Cadre réglementaire de l'analyse des risques :

L'analyse des risques s'inscrit dans le cadre d'une étude de dangers, l'enjeu réglementaire est de se maintenir en conformité avec la réglementation en vigueur.

Cette réglementation définit en termes limites, mesures, plans, programmes. Le constat de non-conformité ayant des conséquences économiques (arrêt de production, amende, travaux de mise en conformité, retrait de l'autorisation d'exploitation etc.) et des conséquences stratégiques (perte de confiance des partenaires financiers, économiques et institutionnels de l'entreprise, dégradation de l'image de marque auprès du public, etc.),

L'analyse des risques qu'on a réalisée, est rentrée dans le cadre de l'élaboration des études de danger, dont on se réfère aux textes suivants :

- Décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
- Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement
- Loi n° 05-07 du 28 avril 2005, promulguée le 19 juillet 2005, relative aux hydrocarbures
- Loi n° 04-20 du 25 décembre relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable
- Décret exécutif n°03-451 du 1 décembre 2003, définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimique dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression
- Instruction Ministérielle R1 du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses
- Décret n° 90-245 du 18 août 1990, portant réglementation des appareils à pression de gaz
- Arrêté du 15 janvier 1986, fixant les limites du périmètre de protection autour des installations et infrastructures du secteur des hydrocarbures.

- Décret n° 85- 231 du 25 août 1985, fixant les conditions et modalités d'organisation et mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes
- Décret n° 85-232 du 25 août 1985, relatif à la prévention des risques de catastrophes
- Décret n°84-105 du 12 mai 1984 portant institution d'un périmètre de protection des installations et infrastructures
- Décret n°84-385 du 22 décembre 1984 fixant les mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens
- Décision N°45/DG du 18 janvier 2006 du PDG- SH, directive générale relative à la sécurité des installations et des travailleurs.

### I.2. La gestion des risques:

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs Poursuivis peuvent concerner par exemple :

- Le gain de rentabilité, de productivité,
- La gestion des coûts et des délais,
- La qualité d'un produit...

Nombreux auteurs ont apporté une définition de la gestion des risques :

Tableau I.1 : Définition de la gestion des risques

Réf	Définition
Dr .A.Cherfaoui & D.Touaibia	La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs poursuivis peuvent concerner.
G .Lamand	Gérer le risque, c'est utiliser au mieux des ressources limitées pour minimiser un ensemble de risque que l'on ne pourra jamais réduire à zéro.
A. Dassens et R Launay	Un processus par lequel les organisations traitent méthodiquement les risques qui s'attachent à leurs activités, recherchant ainsi les bénéfices durables dans le cadre de ses activités.

#### I.2.1.Principes pour la gestion des risques :

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau juré tolérable ou acceptable.

De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque),
- Acceptation du risque,
- Maitrise ou réduction du risque. [2]

L'enchaînement de ces différentes phases est décrit de manière schématique dans la Figure I.1 ci-dessous

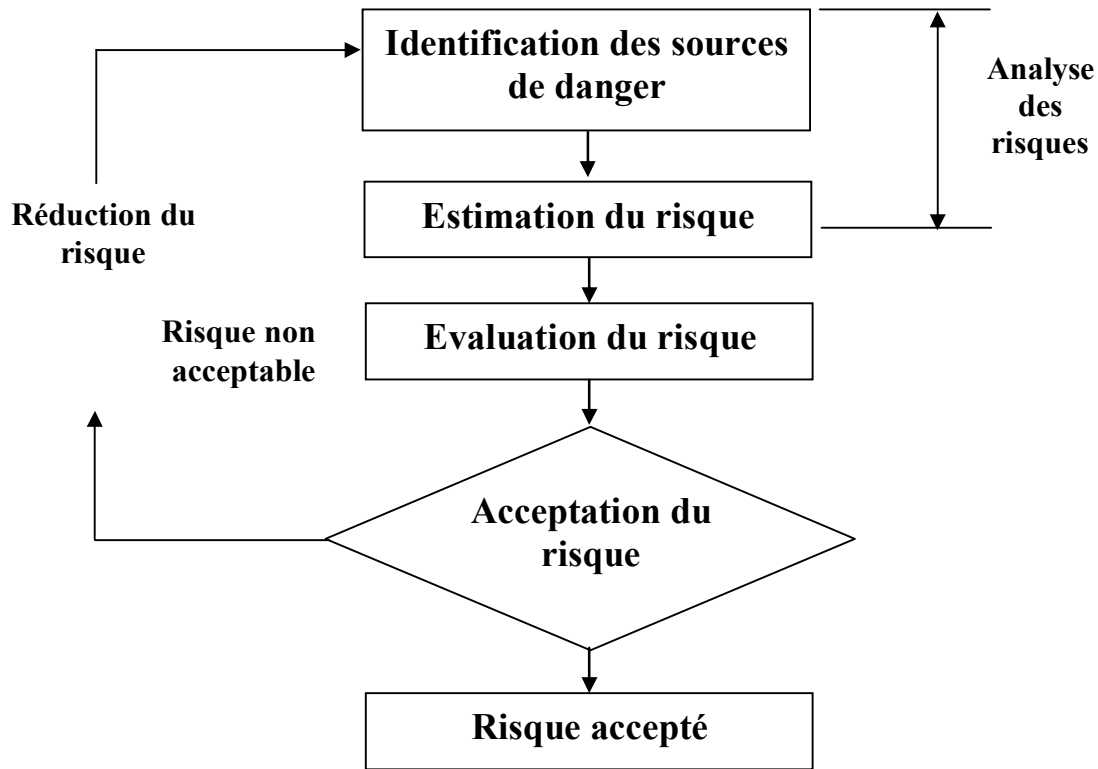


Figure I.1 : Processus de la gestion du risque [3]

Signalons que lorsque la gestion des risques s'applique à un système complexe mobilisant plusieurs acteurs, ce processus doit s'accompagner d'une étape de communication. Cette dernière peut concerner les dangers identifiés ou les mesures prises pour la maîtrise des risques associés.

### I.2.2. Analyse des risques :

L'analyse du risque est définie comme l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque. [ISO/CEI 51 :1999].

Et selon [Kichstreiger ;1999 ], c'est Une démarche ayant pour but d'identifier les dangers potentiels, d'en apprécier les risques (vraisemblance, gravité) et de les gérer en cherchant des moyens pour les maîtriser.

L'analyse des risques vise à identifier les sources de dangers, permet de mettre en lumière les barrières de sécurité, permet d'estimer les risques, et de la comparer ce niveau de risque à un niveau juré acceptable.

L'estimation du risque peut être effectuée de manière semi-quantitative à partir :

- D'un niveau de probabilité que le dommage survienne,
- D'un niveau de gravité de ce dommage.

Bien entendu, l'acceptation de ce risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité du risque.

### I.2.3. Evaluation du risque :

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable est atteint.

En pratique, cette phase peut être accompagnée d'une quantification détaillée et précise (par opposition à l'estimation des risques qui reste très simplifiée) des grandeurs qui caractérisent le risque.

### I.2.4. Acceptation du risque :

Ainsi, l'acceptation du risque peut dépendre de facteurs éthiques, moraux, économiques ou politiques. Pour ce qui concerne le domaine des risques accidentels, la décision d'acceptation des risques repose également dans les mains des autorités compétentes.

### I.2.5. Réduction du risque :

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier.

De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est juré inacceptable. [4].

## II. De la gestion des risques au management des risques

La gestion concerne des activités le plus souvent organisées dans un programme ou dans une planification. C'est une approche tactique adoptée dans l'entreprise pour mettre en place des mesures de prévention, le plus souvent correctives, c à d identifiées en réaction à des accidents, incidents, arrêts de production, et parfois se traduisent par des règlements ou des directives. Cette approche, venant avant tout d'une pratique.

Comparativement à la gestion des risques, le management tend à satisfaire l'obligation de résultat (zéro accident et zéro défaut).

Le management s'adresse surtout à la stratégie et à la décision dans l'entreprise dans un contexte de régulation. Au concept de management sont associés deux autres concepts'' la globalité et l'intégration'', on parle souvent de Management Global Intégré.



Les anglo-saxons ont été les premiers à apprécier la nécessité du changement pour libérer le passage d'un mode de raisonnement réactif (gestion) vers un mode proactif stratégique et managérial (management).

### III. Place de l'analyse des risques dans le système de management des risques

L'analyse des risques joue un rôle essentiel tout au long de la vie du SMR, aussi bien lors de sa définition (le Plan du modèle PDCA), que lors de sa maintenance et de son amélioration (le Check du PDCA). En effet, la future norme ISO 31000, stipule qu'une analyse de risque doit être intégrée dans le processus d'établissement du SMR. Les objectifs du SMR sont alors fixés en vue de ramener les risques à un niveau acceptable pour l'entreprise.

L'analyse des risques intervient de nouveau en phase de supervision et de révision du SMR (La phase Check). Cette étape est nécessaire pour garantir la pérennité du SMR et son adéquation face aux évolutions de l'entreprise, aux changements d'ordre réglementaires, légaux et techniques, et à des nouvelles menaces identifiées. [15].

### IV. Panorama des méthodes d'analyse des risques

#### IV.1. Les méthodes classiques d'analyse du risque :

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

- l'Analyse Préliminaire des Risques (APR)
- l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticité (AMDEC)
- l'Analyse des risques sur schémas type HAZOP
- l'Analyse par arbre des défaillances
- l'Analyse par arbre d'évènement.

#### IV.1.1. Analyse Préliminaire des risques (APR) :

L'analyse Préliminaire des risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet.

L'analyse Préliminaire de Risque nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Par ailleurs, ce

tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse. [5]

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

Tableau I.2 : Exemple de tableau de type « APR » [6]

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

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

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement de l'événement susceptible de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes. Elle permet de mettre en lumière l'équipement ou installation qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP, ou l'analyse par arbre des défaillances.

#### IV.1.2. Analyse des modes de défaillances, de leurs effets (AMDE) et de leur criticité (AMDEC) :

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

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

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

Lorsqu'il est nécessaire d'évaluer la criticité d'une défaillance (probabilité et gravité) l'Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) apparaît comme une suite logique à l'AMDE [5]

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

Tableau I.3 : Exemple d'un tableau de type AMDEC [6]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Equipm ent Repéré	Fonc tion êtas	Mode de Défaillance	Causes de défaillance	Effet local	Effet final	Moyens de détection	Dispositifs de Remplacement	P	G	Remarq ue

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

#### IV.1.3. HAZard and OPerability studies (HAZOP)

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

Mot-clé + Paramétré = Dérive
------------------------------

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

Tout comme pour l'APR et l'AMDEC présentées dans les paragraphes précédents, un tableau de synthèse se révèle souvent utile pour guider la réflexion et collecter les résultats des discussions menées au sein du groupe de travail. [7]

Un exemple de tableau est présenté dans les paragraphes suivants

Tableau I.4 : Exemple de tableau pour l'HAZOP [5]

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

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

La température, la pression, le débit... La combinaison de ces paramètres avec les mots clé permet donc de générer des dérives de ces paramètres.

L'HAZOP permet difficilement d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

#### IV.1.4. Arbre de défaillance :

L'analyse par arbre de défaillances permet de remonter de causes en causes jusqu'à l'événement de base susceptibles d'être à l'origine de l'événement redouté. Les liens entre le différent événement identifiés sont réalisés grâce à des portes logiques (de type « ET » et « OU » par exemple). Cette méthode utilise une symbolique graphique particulière qui permet de présenter les résultats dans une structure arborescente.

A l'aide de règles mathématiques et statistiques, il est alors théoriquement possible d'évaluer la probabilité d'occurrence de l'événement redouté peut se décomposer en trois étapes successives :

- a) Définition de l'événement redouté étudié,
- b) Elaboration de l'arbre,
- c) Exploitation de l'arbre.

La construction se termine lorsque toutes les causes potentielles correspondent à des événements élémentaires. [8]

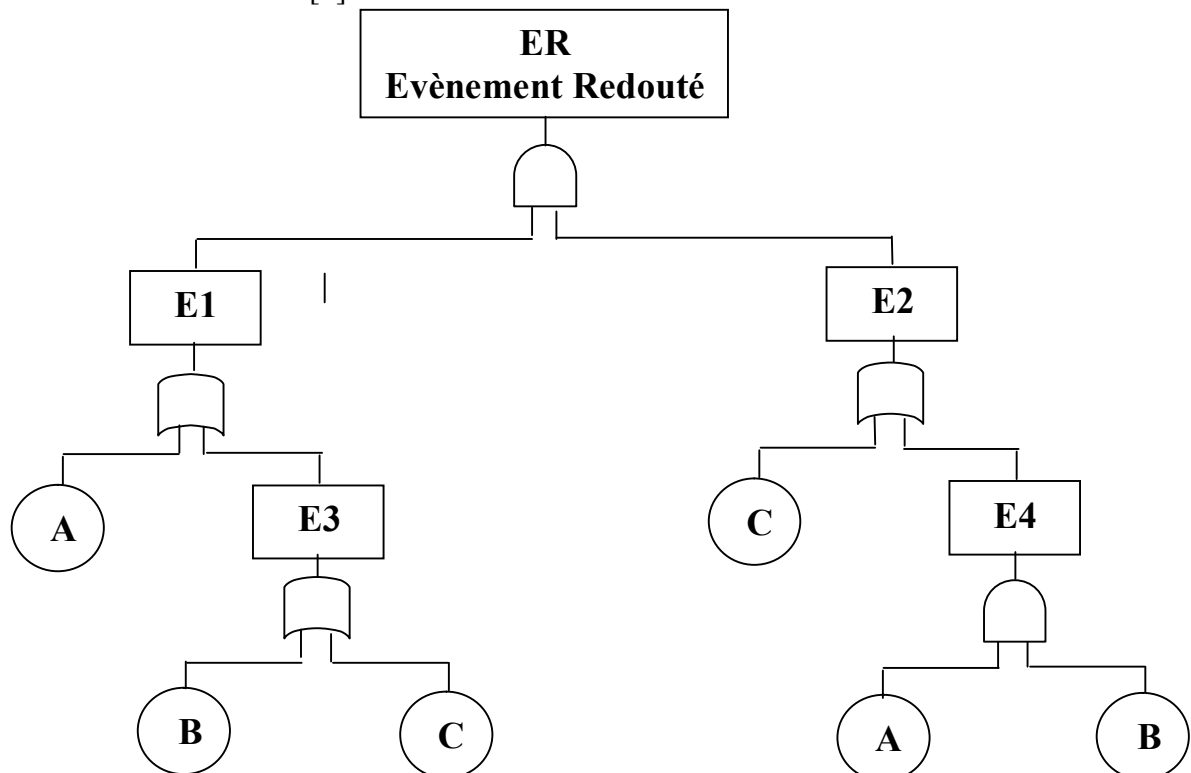


Figure I.2 : Exemple d'arbre des défaillances [1]

L'analyse par arbre des défaillances permet d'estimer la probabilité d'occurrence d'un événement et de s'assurer que toutes les mesures possibles ont effectivement été envisagées en vue de prévenir le risque associé à cet événement.

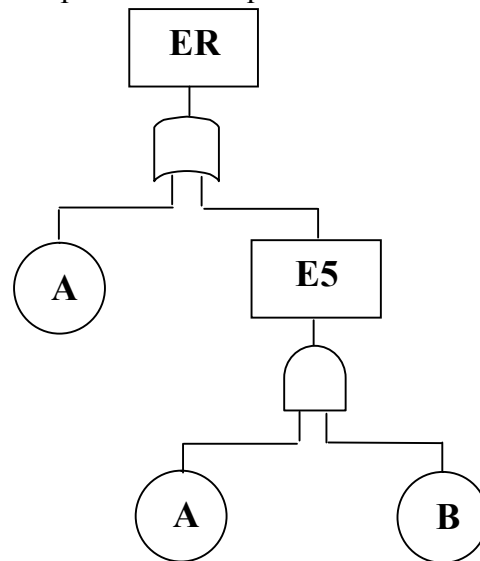


Figure I.3 : Réduction de l'arbre des défaillances pris en exemple [1]

L'arbre représentant ces coupes minimales est appelé « arbre réduit ». Pour l'exemple considéré dans la figure (exemple de l'arbre..), l'arbre réduit est représenté par la figure (réduction de l'arbre..).

#### IV.1.5. Arbre des évènements :

L'analyse par arbre d'évènement suppose la défaillance d'un composant ou d'une partie du système et s'attache à déterminer les évènements qui en découlent.

A partir d'un évènement initiateur ou d'une défaillance d'origine, l'analyse par arbre d'évènement permet donc d'estimer la dérive du système en envisageant de manière systématique le fonctionnement ou la défaillance des dispositifs de détection, d'alarme, de prévention, de protection ou d'intervention...

Ces dispositifs peuvent concerner aussi bien des moyens automatiques qu'humains ou organisationnels.

Les fonctions de sécurité doivent être assurées par des barrières en réponse à l'évènement initiateur.

La construction de l'arbre consiste alors à partir de l'évènement indésirable à envisager soit le bon fonctionnement soit la défaillance de la première fonction de sécurité. [8]

Tableau I.5 : Exemple de tableau définissant les fonctions de sécurité [1]

Fonctions	Mesure de la température dans le réacteur	Alarme	Rétablissement du système de réfrigération par un opérateur	Arrêt de la réaction
Dispositifs assurant la fonction	Sonde de température dans le réacteur	Signaux sonores et lumineux aux postes de travail	Opérateur selon une procédure	Introduction automatique d'un inhibiteur de la réaction
Paramètre ou information déclenchant la fonction	Permanent	T ? T1	Alarme	T ? T2
Délai	Continu	1 min	Si possible, estimé à 5 min	Estimé à 10 min (De T1 à T2)

Cette démarche temporelle permet d'identifier des séquences d'évènements susceptibles de conduire ou non à un accident potentiel. Elle n'est cependant généralement pas suffisante en vue de construire un arbre. La figure ci-dessous permet d'explicitier cette détermination des probabilités pour un arbre d'évènement réduit. Rappelons qu'un arbre des évènements ne doit pas être considéré comme un outil visant à déterminer la probabilité d'un évènement avec exactitude mais comme un outils pour caractériser l'enchaînement des actions et des évènements pouvant conduire ou non à un accident.

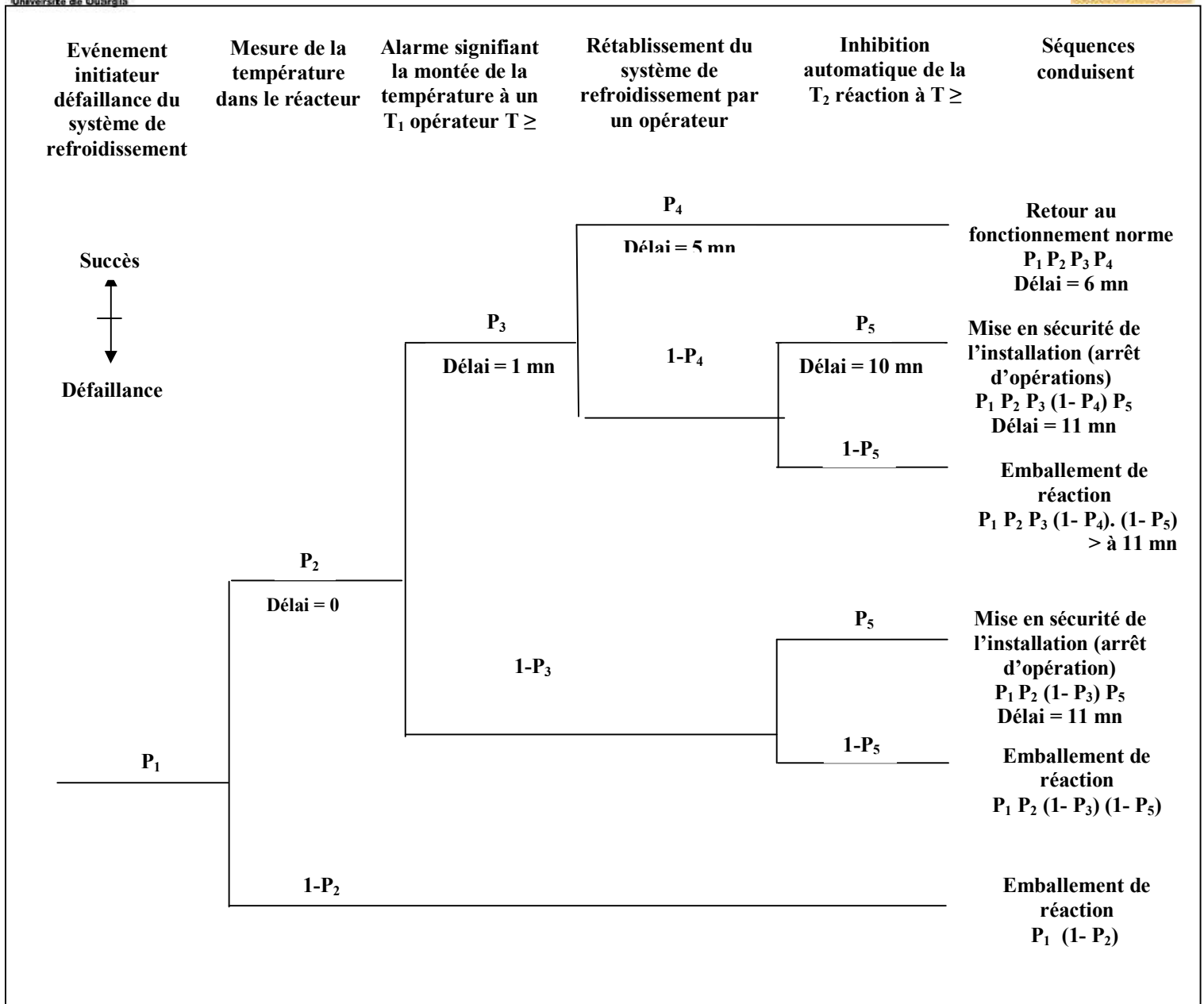


Figure I.4 : Exemple d'exploitation d'un arbre d'évènements [1]

#### IV.1.6.Méthode Nœud de papillon :

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillance et un arbre d'événement. Il peut être présenté sous la forme suivante :

Le point central du nœud papillon, appelé ici événement redouté central, désigne généralement une perte de confinement ou une perte d'intégrité physique (décomposition). La partie gauche du nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes de cette perte de confinement. La partie droite du nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet événement redouté central tout

comme le ferait un arbre d'événements. Sur ce schéma, les barrières de sécurité sont représentées sous la forme de barres verticales pour symboliser le fait qu'elles

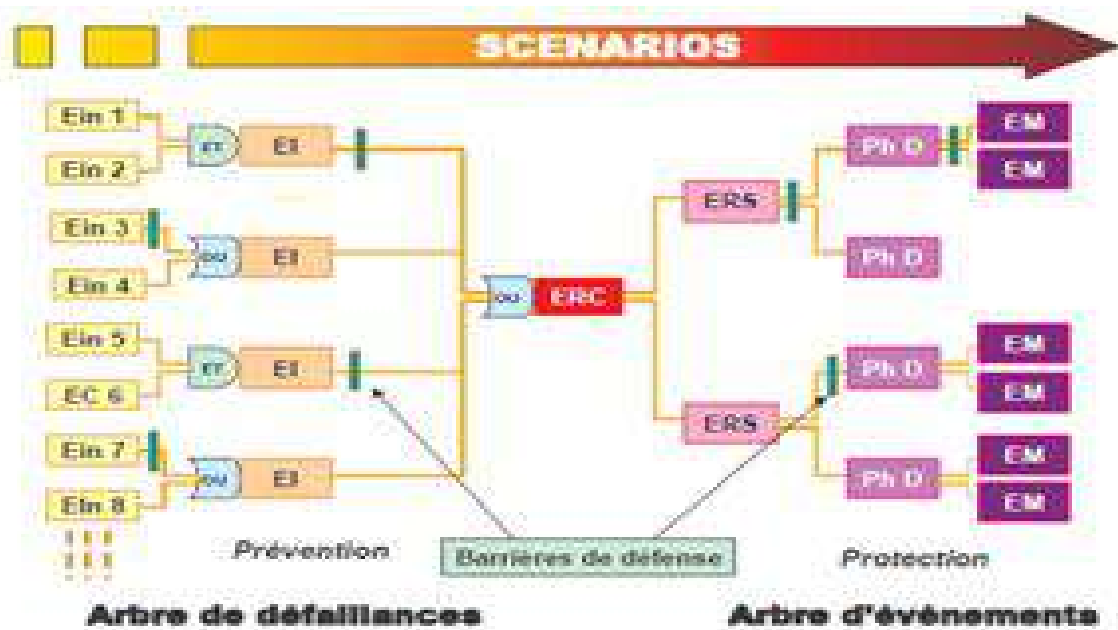


Figure I.5 : Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud papillon [1]

s'opposent au développement d'un scénario d'accident. Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action de barrières de sécurité sur le déroulement d'un accident. [1]

#### IV.2. Les méthodes intégrées d'analyse des risques :

Des nouvelles méthodes ont vu le jour ou ont été plus largement utilisées au cours des dernières années. Il s'agit de méthodes intégrées ; qui visent à répondre à travers une même démarche à plusieurs questions que se posent les acteurs de l'évaluation des risques et à apporter des outils pour faciliter l'analyse et l'estimation des risques.

Ces méthodes intègrent donc différentes étapes d'identification des risques, d'évaluation des barrières ou d'évaluation de la vulnérabilité de l'environnement :

##### IV.2.1.A Risk Assessment Methodology for Industriels (ARAMIS)

ARAMIS signifie A Risk Assessment Methodology for Industriels. L'objectif du projet était de développer une nouvelle méthodologie d'évaluation des risques répondant aux exigences de la directive Seveso II et constitue une solution alternative aux approches purement déterministes ou purement probabiliste de l'évaluation des risques alors en vigueur en Europe. [9] .



Pour atteindre ces objectifs, la première étape a consisté à s'entendre sur les composantes du risque et sur les éléments à identifier et mesurer pour les estimer.



Figure I.6 : Exemple de courbe ISO risque ou Carte du risque individuel [6]

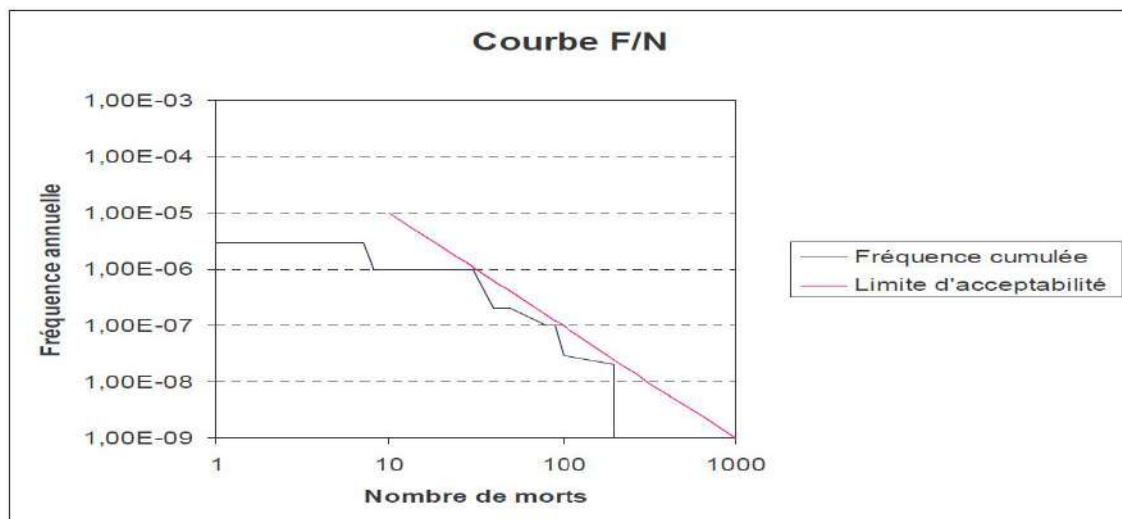


Figure I.7 : représentation des risques sociétale courbe F /N typique (d'après [CPR 18<sup>E</sup>, 1999])[6]

#### IV.2.2. Quantitative Risk Assesment (QRA)

L'analyse quantitative des risques, en anglais Quantitative Risk Assesment (QRA), est une méthode dont l'objectif est d'évaluer la probabilité de dommages causée par un accident potentiel. Cette méthode, initialement développée dans le domaine du transport et dans le nucléaire a été progressivement adapté à l'industrie des procédés, notamment dans les pays du nord de l'Europe.

Les résultats du QRA prouvent donc être représentés de deux manière : soit sous la forme d'une carte du risque individuel (Figure IV.5), soit sous la forme d'une courbe F/N (Figure IV.6). Dans les deux cas, l'exploitation de ces résultats pour la prise de décision implique la définition d'un niveau de risque acceptable en termes de probabilité de mortalité. [10].

### IV.2.3. Méthodes Organisée Systémique d'Analyse de risques MOSAR :

Les méthodes MOSAR ; Méthodes Organisée Systémique d'Analyse de risques, développée au CEA, est une méthode intégrée qui permet d'analyser les risques sur un site de manière progressive .Cette méthode repose sur le modèle MADS (Méthodologie d'Analyse du Dysfonctionnement des Systèmes) présenté en (figure IV.7) .Celui-ci représente le processus de danger. [11]

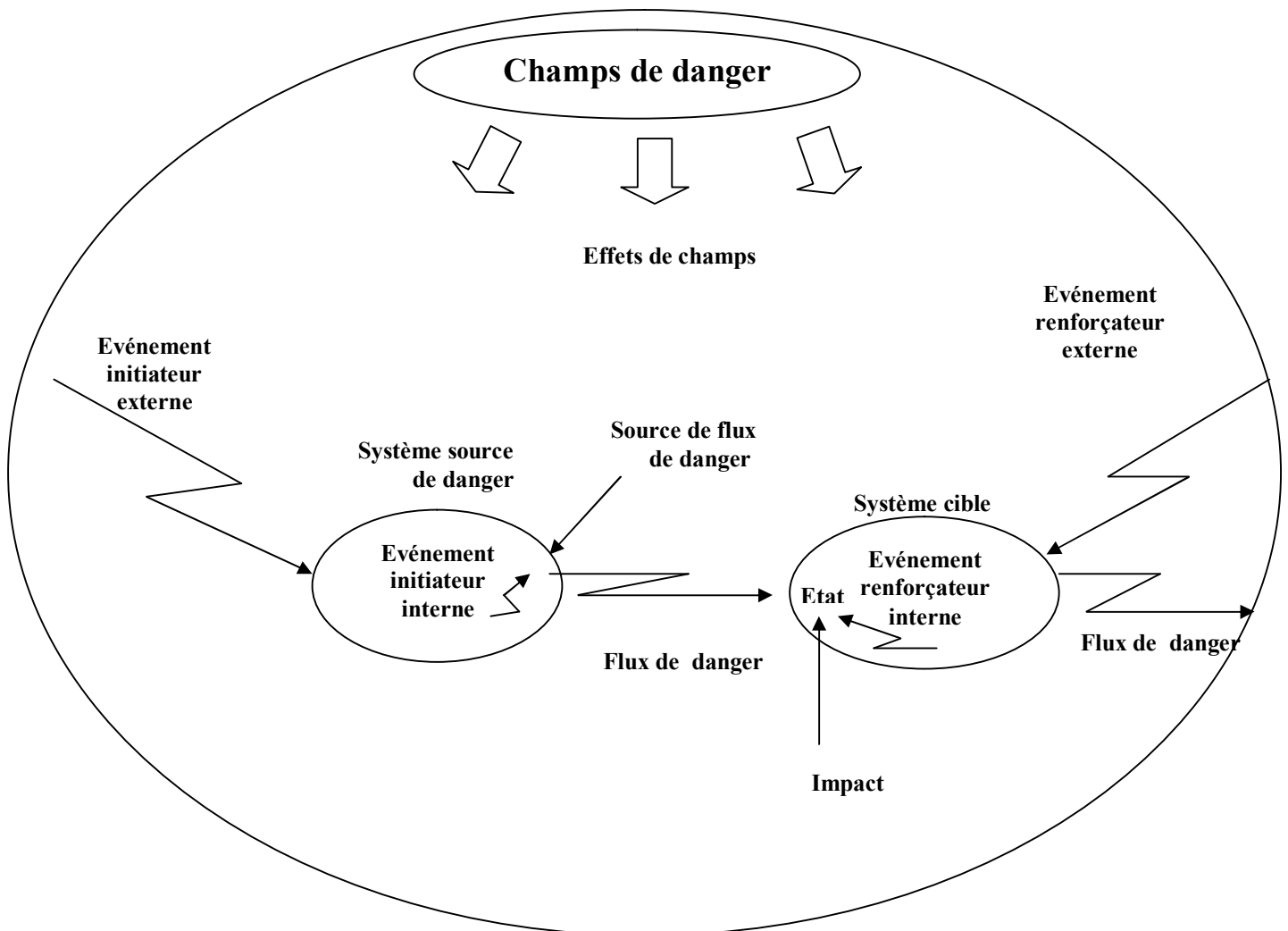


Figure I.8 : Le modèle MADS du processus de danger [6]

#### IV.2.4. Layer Of Protection Analysis (LOPA) :

LOPA signifie Layer Of Protection Analysis (Analyse des niveaux de protection). C'est une méthode orientée barrière au même titre qu'ARAMIS. Les premières étapes sont d'ailleurs assez comparables à celles de la méthode ARAMIS, en termes de principes généraux, même si de nombreuses différences subsistent au niveau des détails des deux méthodes. En revanche, LOPA ne prévoit pas de représentation cartographique de la sévérité et de la vulnérabilité.

La méthode LOPA peut être décomposée en six principales étapes :

1. Etablissement des critères de sélection des scénarios à évaluer.
2. Développement des scénarios d'accident
3. Identification des fréquences d'événements initiateurs
4. Identification des dispositifs de sécurité et de leurs probabilités de défaillance à la demande.
5. Estimation du risque
6. Evaluation du risque par rapport aux critères d'acceptabilité

LOPA n'importe pas de type de critère prédéfini et propose ainsi quatre catégories de critères :

- Une grille de criticité comportant une limite d'acceptabilité en termes de gravité et de fréquence ;
- Un critère purement quantitatif portant sur le niveau de conséquence du scénario ;
- Un critère spécifiant le nombre de dispositifs d'indépendants nécessaires pour considérer qu'un scénario est suffisamment maîtrisé ;
- Un critère de risque cumulé pour un site ou un procédé. [12]

#### Conclusion:

Dans cette partie nous avons fait une étude de processus de gestion des risques et particulièrement l'étape d'analyse de risque, et principalement la place qu'occupe l'analyse de risque dans le processus de management des risques et après nous avons abordé les différentes méthodes/ outils d'analyse des risques classiques et intégrés pour les exploiter dans la partie pratique afin de réaliser une analyse des risques.

# Chapitre II

## Partie Pratique analyse de risque au niveau du bac de stockage.

### I. Présentation de Haoud Berkaoui

La direction d'Haoud Berkaoui fait partie de la Division Production Amont de Sonatrach. Le premier centre de traitement d'huile a été mis en service en 1967 ; aujourd'hui il existe 5 unités de traitement d'huile et 1 unité de traitement de gaz.

Le nombre des puits producteurs est de 95, dont 49 par gaz lift en vue de la récupération secondaire. Pour améliorer la capacité de récupération, on a 28 puits injecteurs d'eau.

Chaque centre de production reçoit du brut, provenant de divers puits, le stabilise, le stocke dans des bacs pour l'expédier.

Le gaz récupéré de la stabilisation est comprimé et acheminé vers l'usine de traitement de gaz de Guellala (UTG/GLA) qui en soutire du GPL, du gaz de vente et du gaz-lift.

Aujourd'hui la région de Haoud Berkaoui a une capacité de traitement d'huile de 26 100m<sup>3</sup>/j (5800T/j), de 1 236 000 Sm<sup>3</sup>/j pour le traitement de gaz de 500T/j pour le GPL et de 90T/j pour le condensat. La capacité de stockage d'huile est de 28 300 m<sup>3</sup> et de 3 400 m<sup>3</sup> pour le gaz.[13].

#### I.1.Situation géographique et Implantation :

Haoud Berkaoui fait partie de la wilaya d'Ouargla qui est une subdivision administrative algérienne ayant pour chef-lieu Ouargla. C'est la 30<sup>ème</sup> Wilaya d'Algérie. Elle est située au Centre-Est du pays. Avec 211 980 km<sup>2</sup>, c'est la quatrième par la superficie. Sa population est estimée à 445 619 habitants. Elle est limitrophe avec la Tunisie et les wilayas d' Illizi (33), de Djelfa (17), de Ghardaïa (47), de Tamanrasset (11) et de El Oued (39).

Haoud Berkaoui se situe à 800 km sud d'Alger, à 35 km au Nord Ouest de Ouargla et 100 km à l'Ouest de Hassi Messaoud. Elle comporte 3 régions importantes (Berkaoui, Benkahla, Guellala), et plusieurs petits champs dits périphériques (S'Ahane–Boukhzana–Oulouga, Haniet El Baida, N'Goussa, Drâa Tamra, Mokh El Kebch, Bab El Hattabat).

Le territoire de l'Algérie est divisée différents blocs. Ces différents blocs sont Explorés ou exploités par la Sonatrach, seule ou en partenariat avec d'autres sociétés pétrolières .La majorité des gisements de la région de Haoud Berkaoui sont situés dans le bloc 438.[13] La carte de ce bloc et des blocs voisins est reprise ci-dessous.

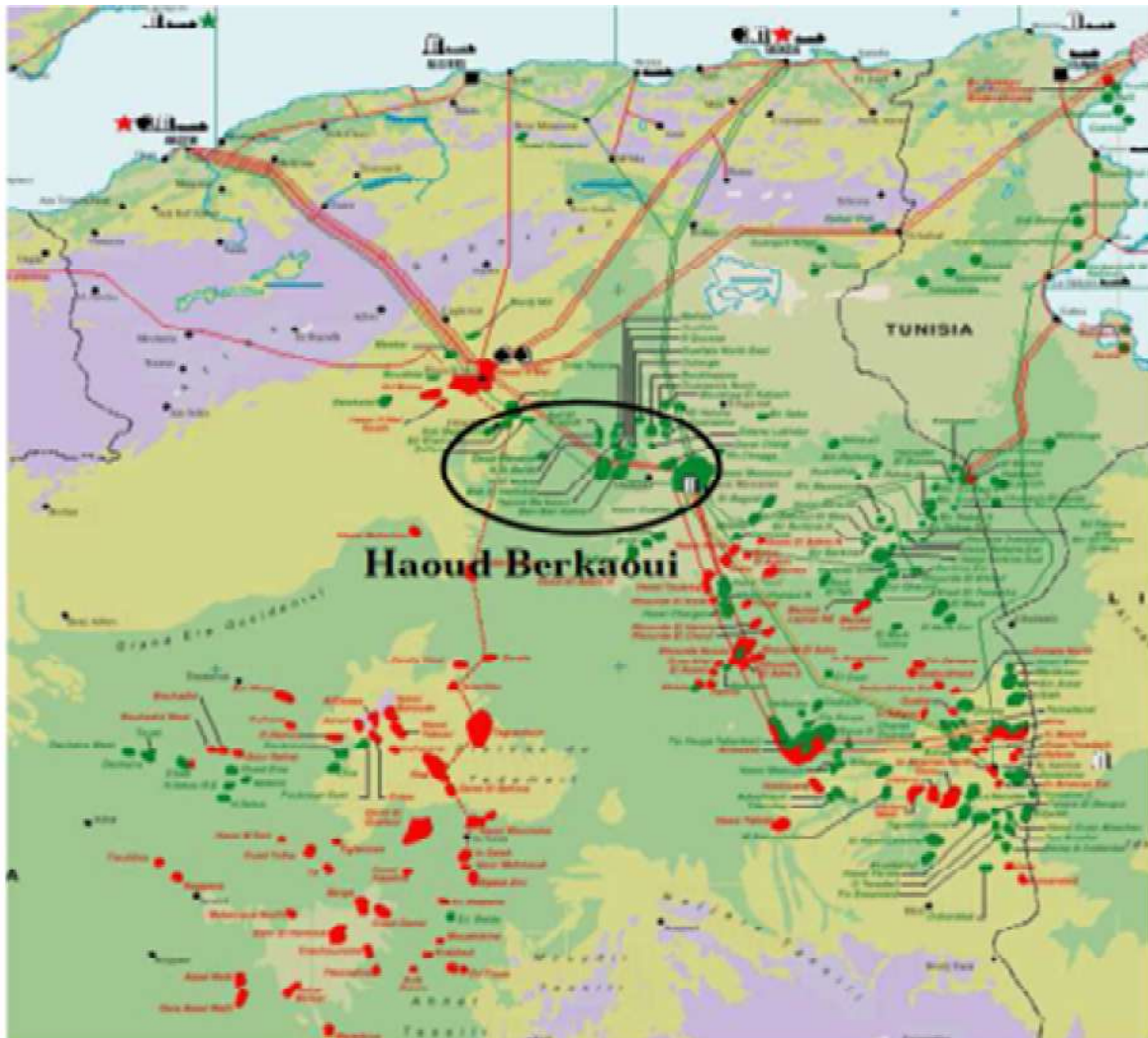


Figure II.1 : Situation géographique [13]

## I.2. Installation de Haoud Berkao

La région de Haoud Berkaoui est constituée de 5 centres: Haoud Berkaoui, Guellala, Benkahla, Guellala Nord Est, et Drâa Tamra.

- Centre de production de Haoud Berkaoui

Les activités de Haoud Berkaoui sont:

- Séparation primaire, stockage à toit fixe à la pression atmosphérique et expédition du brut

- Récupération des gaz torchés, compression et expédition du gaz vers l'unité de traitement de gaz de Guellala
- Déshuilage et traitement des eaux huileuses
- Injection d'eau dans le gisement pour maintenir la pression dans le réservoir.
- Centre de production de Guellala :

Les activités de Guellala sont:

- Traitement d'huile, séparation, stockage à toit fixe à la pression atmosphérique et expédition du brut
- Traitement gaz, compression, séparation, séchage, refroidissement, fractionnement (C5+), stockage (C3+) et expédition GPL (C3+)
- Déshuilage et traitement des eaux huileuses.

Dans le centre on a : 2 Activités, Sécurité et Exploitation aussi des ateliers : électriques et maintenance mécaniques. [14]

## II. Démarche de l'analyse des risques à mettre en œuvre :

La démarche d'analyse des risques à mettre en œuvre demande notamment de choisir les outils (méthodes d'analyse) les mieux adaptés, de définir le groupe de travail pour fixer les échelles de cotation des risques et le traçage de la grille de criticité ainsi la mise en œuvre de l'analyse.

### II.1- Méthodes d'analyse à mettre en œuvre:

Un grand nombre d'outils ou méthodes dédiés à l'analyse des risques d'une installation, Ces méthodes prises individuellement ou de façon combinée permettent le plus souvent de répondre aux objectifs d'une analyse des risques. Ces dernières sont classées selon différentes typologies:

déductive/inductives, qualitatives/quantitatives, statique/dynamique.

Les méthodes les plus fréquemment utilisées dites de type Sûreté de fonctionnement sont présentées dans le tableau ci-dessous : [15]



Tableau II.1 : les méthodes de type sureté de fonctionnement [15]

Méthodes	Typologie	Défaillances envisagées	Niveau de détail	Domaines d'application privilégiée
Analyse Préliminaire des risques (APR)	Qualitative Inductive Statique	Indépendantes	+	Installation les moins complexes Etape Préliminaire d'analyse
Analyse des Modes de défaillances, de leurs Criticité (AMDEC)	Qualitative Inductive Statique	Indépendantes	++	Sous-ensembles Techniques bien délimités
Hazard and Operability (HAZOP)	Qualitative Inductive Statique	Indépendantes	++	Systèmes thermo-hydrauliques
Arbres d'Evènements (ADE)	Qualitative Inductive Statique	Combinées	+++	Défaillances préalablement identifiées
Arbre des Défaillances (ADD)	Qualitative Dédutive Statique	Combinées	+++	Evènements redoutés ou indésirables Préalablement identifiés
Noeud de papillon	Qualitative Inductive/Dédutive Statique	Combinées	+++	Scénarios d'accidents Jugés les plus critiques

Préalablement, notre étude (analyse des risques) comprend deux grandes étapes :

- une analyse préliminaire des risques (APR), dont en identifiant les éléments dangereux de l'installation, les situations de danger (ERC), les causes et les conséquences (phénomènes dangereux). Cette étape permettant de mettre en lumière des éléments ou des situations nécessitant une attention particulière et en conséquence l'emploi de méthodes d'analyse de risques plus détaillées.
- Analyse détaillée des risques, cette deuxième étape a consisté à :
  - ✓ examiner profondément les accidents majeurs potentiellement identifiés lors de l'APR et les scénarios d'événements susceptibles d'y conduire.
  - ✓ mettre en place les mesures de maîtrise des risques associées
  - ✓ s'assurer de la performance et de l'adéquation des barrières de sécurité mise en place.

Selon les objectifs cités en haut, et en tenant compte le domaine d'application, les caractéristiques, les avantages et les limites des méthodes d'analyses des risques

précédemment citées (voir tableau en haut), seule la méthode Nœud de papillon offre cette possibilité et plus adaptée à l'analyse des risques technologiques majeurs, qui est préalablement précédée d'une analyse préliminaire APR.

Il est donc très indispensable d'exposer brièvement les deux méthodes HAZOP et Nœud de Papillon.

## II.2. Description de la méthode HAZOP :

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

L'HAZOP ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction :

- de mot-clé comme par exemple « Pas de », « Plus de », « Moins de », « Trop de »
- des paramètres associés au système étudié. Des paramètres couramment rencontrés concernent la température, la pression, le débit, la concentration, mais également le temps ou des opérations à effectuer.[6] (voire la partie théorique pour plus des détails).

## II.3.Echelles de cotation des risques :

Après l'identification des risques et problèmes potentiels, une évaluation du risque a été réalisée en identifiant la probabilité d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences.

Cette évaluation s'est basée sur le principe de la matrice de risque. L'objet de cet outil pour jugés à ce que le risque acceptable ou non et pour renfoncer notre barrières de prévention et de protections.

La matrice de risque utilisée c'est la matrice définie par SONATRACH DP. Les classes de gravité et de probabilité sont décrites en détails ci-après :



Gravité	1				
	2				
	3				
	4				
		1	2	3	4
Probabilité					

Figure II.2 : Matrice de risques SONATRACH DP[14]

- Echelle des gravités :

Tableau II.2 : Echelle des Gravités[14]

Gravité	Personnel	Environnement	Public	Production/biens
G4	Plusieurs décès	Pollution hors limites de longue durée	Décès	Dommage importante tarrêt total de la production
G3	Incapacité permanente ou décès	Pollution interne non maîtrisée ou pollution hors limite maîtrisée	Blessures significatives	Dommage localisée arrêt partie d'unité
G2	Blessures significatives (AAA)	Pollution interne maîtrisée	Blessures mineures	Dommage mineurs et arrêt bref de la production
G1	Blessure mineures (ASA)	Mineure	Pas d'incidence	Pas de dommage, pas d'arrêt de production

- Echelle des occurrences:

Tableau II.3 : Echelle des Occurrences [12]

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

- Niveaux de risqué

Tableau II.4 : Niveaux de risques [14]

Classification de risque	Description
	Acceptable
	ALARP
	Inacceptable

Lors décessions d'identification des dangers, nous positionnons chaque évènement étudié sur la grille en cotant le niveau de gravité et le niveau de probabilité d'occurrence de l'évènement. De cette manière, il est possible d'évaluer le risque de manière qualitative et de le cataloguer selon les critères propres à Sonatrach DP.

Les évènements redoutables sont donc déduits du classement dans la grille de criticité pour laquellousavonspréalablementdéfinilescritèresd'acceptabilitédurisque.

## II.4. Application de l' HAZOP au niveau de bac R05 :

- Introduction :

Le centre de production HBK comprenant 06 BAC de stockage du brut à pression atmosphérique les bac R01, R02, R03, R04 ont la capacité de 2000m<sup>3</sup> chacun et R05, R06 ont la capacité de 5000m<sup>3</sup> chacun. Qui sont représentés dans la cartographie suivant :

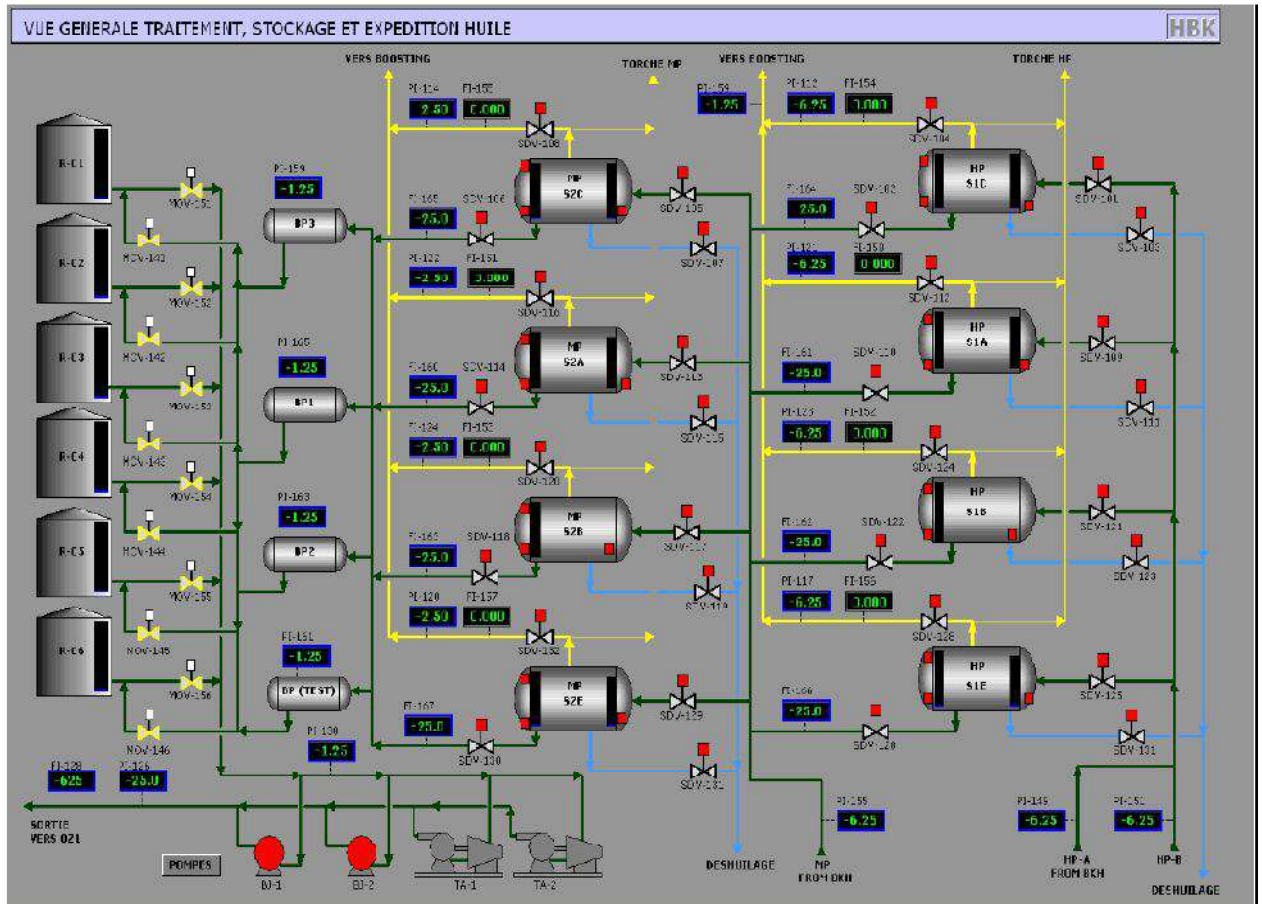


Figure II.3 : L'état de stockage au centre de production HBK [16]

- Définition du sous-système à étudier
  - ❖ Equipement étudiés dans le scénario :

L'ensemble des bacs des stockage de brut sur le sites de Haoud Berkaoui sont rappelés dans le tableau suivant.

Tableau II.5 : les bacsdestockagedebrutssurlessitesdeHaoudBerkaoui[14]

Site	Repère	Typed'appareil	Nature fluide	Capacités (L)	Pression deservice (barg)
Haoud Berkaoui	R01	Bacsdestockage	Brut	2000m <sup>3</sup>	ATM
	R02	Bacsdestockage	Brut	2000m <sup>3</sup>	ATM
	R03	Bacsdestockage	Brut	2000m <sup>3</sup>	ATM
	R04	Bacsdestockage	Brut	2000m <sup>3</sup>	ATM
	R05	Bacsdestockage	Brut	5000m <sup>3</sup>	ATM
Guellala	R301	Bacsdestockage	Brut	5000m <sup>3</sup>	ATM
	R302	Bacsdestockage	Brut	5000m <sup>3</sup>	ATM
	R303	Bacsdestockage	Brut	5000m <sup>3</sup>	ATM
Guellala NordEst	-	Bacstampons	Brut	74m <sup>3</sup>	ATM
	-	Bacstampons	Brut	74m <sup>3</sup>	ATM
Drâa Tamra	-	Bacstampons	Brut	74m <sup>3</sup>	ATM
	-	Bacstampons	Brut	74m <sup>3</sup>	ATM

Tous les bacs de stockage sont équipés d'une rétention. Le bac R05 est pris pour modèle en raison de son volume majorant (5000m<sup>3</sup>) et de sa localisation à proximité d'une base de vie. Sa rétention au ne dimension de 53m sur 47m et de 2m de hauteur.

❖ Description de l'équipement :

Les caractéristiquesdubacR05sontreprisesautableausuivant.

Tableau II.6 : Caractéristiques du bac R 05[14]

Caractéristiques	Valeurs
Type d'installation	Bac de stockage brut
Substance	Brut
Type de toit	Fixe
T service (°C)	20
P service (barg)	Atm
P calcul	Atm
Volume (m <sup>3</sup> )	5000
Hauteur (m)	10,825
Diamètre (m)	25,250
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	802

Bac est alimenté en brut venant des séparateurs par une ligne10'' et est expédié par une ligne14''par les pompes BJ-1 et BJ-2. Le bac est équipé d'une ligne de drainage pour le fond du bac (6'').

➤ le fonctionnement du bac R05

- Le bac est alimenté en brut venant des séparateurs BP(ligne 10'') et expédié (ligne 14'') vers les pompes BJ-1 et BJ-2
- Vanne d'entrée et vanne de sortie sont des vannes motorisées.
- Le bac est équipé par une ligne de drainage au fond du Bac.
- Le contrôle : remplissage, décantation et l'expédition à partir de la salle de contrôle d'huile.
- Le bac de stockage d'huile est équipé par des équipements de protection (appareils de mesures et de sécurité) [16]

Premièrement, nous avons appliqué la méthode HAZOP sur le bac de stockage l'objet de notre étude.

BAC R05

- Paramètre 01 : Débit
- Déviation 01 : pas assez de débit

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
1. Vanne entrée du bac oublié fermé ou défaillante 2. entrée du bac défaillante fermée, clapet anti-retour défaillante fermée	En amont															
	1. Augmentation de pression	G 4	P 3		-Inspection et maintenance périodique des vannes.	G 4	P 2		-système d'extinction existant fixe et mobile	G 3	P 2		-sensibilisation les opérateurs concernant ces situations -système de télésurveillance autour de toutes les installations - système de détection de fuite et de gaz	G 2	P 1	
	2. Rupture															
	3. Libération du pétrole															
	4. inflammation/explosion															
	En aval															
	1. Perte de production															
2. Pas de conséquences HSE																

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R		
production																		
4. Bouchage de ligned'alimentation deR05	En amont																	
	1. Augmentation de pression	G 4	P 2		-Injection anti- paraffine (AP104) -inspection périodique et mesure d'épaisseur des lignes	G 4	P 1		-système d'extinction existant fixe et mobile	G 2	P 1		-sensibilisation les opérateurs concernant ces risques, être vigilant et faire des rondes périodique aux installations -effectuer des exercices de simulation -protéger les lignes contre la corrosion	G 1	P 1			
	2. Rupture																	
	3. Libération de pétrole																	
	4. catastrophe																	
	En aval :																	
1. Perte de production																		
2. Pas de conséquences HSE																		

Expédition																	
2. Bouchage de fond du BAC, Vanne de sortie Du bac défaillante fermée	1. Cavitation de pomped'expédition	G 4	P 3		-inspection périodique du bac et nettoyage de fond du bac -inspection périodique des vannes	G 4	P 2		-arrêt d'urgence de la pompe. -Système de détection et extinction automatique	G 2	P 2		-assurer sérieusement l'inspection des bacs Et vieller sur le bon état des vannes de centre de production -sensibilisation les opérateurs autour ces génères des événements	G 2	P 1		
	2. Échauffement																
	3. Perte d'étanchéité																
	4. Libération de pétrole																
	5. Inflammation																
	6. catastrophe																

3-Défaillance de la vanne de purge (ouvert)	1-Augmentation niveau de bac tampon station déshuilage	G 4	P 3		-inspection et maintenance périodique des vannes. -il y'a d'autre vanne de fermeture en série	G 4	P 2		-SDC déshuilage -détecteur de niveau -Système extinction fixe et mobile	G 3	P 2		-sensibilisation les opérateurs relatif à ces genres des événements			
	2-débordement du bac tampon															
	3-inflammation / explosion															
En Production	4-catastrophe															
2- les vannes d'entrée de l'un des bacs voisins	1- augmentation de niveau	G 4	P 1		- les inspections périodiques des	G 4	P 1		- Système extinction	G 2	P 1		- détecteur de gaz - détecteur de fuit	G 1	P 1	

- Paramètre 01: débit
- Déviation 02 : trop de débit



oubliées ouvertes, défaillance de clapet anti-retour de l'un des bacs voisins. (transvasement d'un bac vers l'autre en production)	2- débordements du bac				vannes et des clapets anti-retour -système de téléaugeage				existant -cuvette de rétention				- formation les opérateurs - sensibilisation concernant les risques qui peuvent engendrer - système de commande à distance des vannes					
	3 -inflammation																	
	4- catastrophe																	
En Expédition																		
1- fuit dans la ligne d'expédition ou la purge de la ligne d'expédition reste ouverte	1-libération du pétrole	G 4	P 2		-SDC -ronde des opérateurs -inspection et régulière périodique des lignes expédition	G 4	P 1		- matérielles extinction fixe et mobile	G 3	P 1		-sensibilisation les opérateurs concernant ces situations -installer les détecteurs de fuit autour des installations -le système de télésurveillance autour des installations - les exercices de simulation	G 1	P 1			
	2-Inflammation/explosion																	
	3. catastrophe																	

- Paramètre 02 :niveau
- Déviation 01 :niveauélevé

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
1. temps de remplissage dépassé (erreur opérateur)	1. Montée niveau du bac jusqu'à débordement	G 4	P 2		-SDC -système de téléaugeage	G 4	P 1		-cuvette de rétention - Système extinction existant	G 3	P 1		-sensibilisation desopérateurs pour être vigilant au cours de ces opérations -détecteur de gaz -détecteur de fuit -commande à distance des vannes	G 2	P 1	
	2. libération de pétrole															
	3. inflammation /explosion															
	4. catastrophe															

2. la vanne d'entre du bac défaillante (reste ouvert)	1. Montée de niveau Le niveau du bac jusqu'au débordement	G 4	P 2	-inspection périodique des vannes -le bac contient deux vannes en ligne de remplissage	G 4	P 1	-SDC -système de télégaugage - Système extinction existant -cuvette de rétention	G 3	P 1	-sensibilisation lesopérateurs pour être vigilant au ces situations -détecteur de gaz -détecteur de fuit -commande à distance des vannes -alarme au toit du bac de haut niveau	G 1	P 1			
	2. libération du pétrole														
	3. inflammation/explosion														
	4. catastrophe														

- Paramètre 02 :niveau
- Déviation 02 : pas /pas assez de niveau

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
1. fuit au niveau du bac	1. libération du pétrole	G 4	P 2		-inspection périodique mesure de d'épaisseur -système de purge du bac -le fond est protégé contre la corrosion	G 4	P 1		-cuvette de rétention - Système extinction existant fixe et mobile	G 3	P 1		-détecteur de fuit -détecteur de gaz -programme de nettoyage du fond du bac de stockage	G 2	P 1	
	2.inflammation/explosion															
	3. catastrophe															

- Paramètre 03 :température
- Déviation 01 :trop de température

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
1. augmentation de la température ambiante	1. dégazage du brut	G 4	P 3	C R	-SDC -transmetteur de la température -évents du bac -zone ATEX -système de la mise à la terre	G 4	P 2	C R	- Système extinction existant fixe et mobile -cuvette de rétention	G 3	P 2	C R	-assure la vérification périodique desévents -détecteur de gaz -système de refroidissement automatique	G 2	P 1	C R
	2. inflammation / explosion															
	3. catastrophe															

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
1. incendie au voisinage du bac	1. dégazage du pétrole	G 4	P 2	C R	-SDC -transmetteur de la température -évents en toit du bac -zone ATEX -bac équipé par système de refroidissement	G 4	P 1	C R	- Système extinction existant Fixe et mobile -cuvette de rétention	G 3	P 1	C R	-détecteur des gaz -plan d'intervention pour protéger les bacs en cas d'incendie -vannes automatique pour l'isolation les bacs en cas d'accident	G 2	P 1	C R
	2. inflammation/ explosion															
	3. catastrophe															

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
1 .baisse de température ambiant	-les gaz dissout dans l'huile -augmentation TVR -problème d'expédition et transport -cavitation pompes d'expédition	G 4	P 3		-SDC -transmetteur de la température -laboratoire pour la mesure de TVR	G 4	P 2		-Système d'extinction fixe et mobile -arrêt urgence de la pompe	G 3	P 2					
	2. Échauffement															
	3. Perte d'étanchéité															
	4. Libération de pétrole au milieu															
	5. Inflammation															
	6. catastrophe															

- Paramètre 03 : température
- Déviation 02 : pas assez de température

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
En production																
1-défaut de séparation, dégazage du bac insuffisant (bouchage des événements).	1-éclatement du toit du bac	G 4	P 3	C R	-bac contient 04 événements -vérification périodique des événements -inspection périodique du bac	G 4	P 1	C R	-moyens d'extinction fixe et mobile -cuvette de rétention	G 3	P 1	C R	-maintenance des événements du bac	G 3	P 1	C R
	2- inflammation/explosion															
	3. catastrophe															

- Paramètre 04 :pression
- Déviation 01 :trop de pression

- Paramètre 04 :pression
- Déviation 02 :pas assez de pression

CAUSE POSSIBLE	CONSEQUENCE	G	P	C R	PREVENTION	G	P	C R	PROTECTION	G	P	C R	RECOMMANDATION	G	P	C R
En expédition																
1. haut débit d'expédition, aspiration du bac insuffisante(bouchage des événements)	1. implosion du bac	G 2	P 2	C R	-bac contient 04événets -vérification périodique et inspection périodique -arrêt de la pompe par haut débit d'aspiration	G 2	P 1	C R	-moyens d'extinction fixe et mobile -cuvette de rétention							
	2. perte du bac de stockage															

Tableau II.4 : Tableaux de HAZOP du bac R05[14]

## II.5. Analyse détaillée des risques par les méthodes AdD et AdE:

- Identification des Evénements Redoutés Centraux (ERC) :

- ❖ Description des événements redoutés

L'événement redouté est une rupture complète et instantanée du bac. Le scénario étudié est la perte de confinement d'une quantité importante d'hydrocarbures liquides (C5+). Les phénomènes dangereux redoutés sont un feu de flaque en cas d'ignition de la flaque et une explosion retardée (VCE) ou un Flash Fire suite à l'évaporation de la flaque et à une ignition retardée. Nous étudierons également les phénomènes liés aux fuites.

Le bac est supposé en phase d'attente entre alimentation et expédition. Ainsi, le bac est considéré plein et l'alimentation coupée.

- Arbre des événements :

- Analyse des défaillances et des probabilités d'occurrence :

- ❖ Analyse des causes

L'étude LASTFIRE menée en 1997 sur 33906 bacs partout dans le monde donne entre autre les causes de défaillances pour des fuites hors du bac :

Tableau.II.8 : les causes de défaillance donnée par LASTFIRE. [14]

CAUSE	CONTRIBUTION (%)
Corrosion du fond	20
Défaillance des pieds du toit flottant	1
Corrosion de la plaque annulaire de fond	5
Défaillance du serpentín de vapeur	4
Défaillance du drain	17
Fuite au mixer	12
Fuite de ligne, bride, vanne	21
Surremplissage	19
Inconnues	28

- ❖ Probabilité d'occurrence de l'événement :

Les calculs des fréquences génériques de défaillances sont basés sur des données extraites du Handbook Failure Frequencies 2009. Le Handbook Failure Frequencies se base sur des données historiques d'un certains nombres d'équipements représentatifs. Le Handbook Failure Frequencies donne les probabilités de défaillances

suivantes pour un réservoir atmosphérique :

Tableau.II.9 : Les probabilités de défaillance d'un réservoir atmosphérique. [14]

Fréquence de défaillance [/bac/an]	
Type de défaillance	Réservoir de stockage atmosphérique
Petite fuite $0.1 < d \leq 10 \text{ mm}$	$2.4 \cdot 10^{-3}$
Fuite moyenne $10 < d \leq 50 \text{ mm}$	$2.2 \cdot 10^{-4}$
Grande fuite $50 < d \leq D_{\max}$	$2.2 \cdot 10^{-4}$
Rupture	$1 \cdot 10^{-5}$
Total	$2.85 \cdot 10^{-3}$

Les bacs sont considérés être de type 1 (simple paroi).

Et pour les pompes :

Tableau.II.10 : Les probabilités de défaillance et le fréquence des pompes. [14]

Pompes centrifuges sans joint	
Type de défaillance	Fréquence de défaillance [/an]
Petite fuite $d_{\text{éq}} = 0.1 D$	$1.0 \cdot 10^{-4}$
Rupture	-
Total	$1.0 \cdot 10^{-4}$

Compte tenu des 12 bacs de stockage envisagés et en considérant 1 pompe d'expédition ou de transfert en activité par site, on obtient les résultats suivants :

Tableau.II.11 : Les probabilité total des bacs et pompes. [14]

Probabilité totale	
Type de défaillance	Fréquence de défaillance [/an]
Petite fuite $0.1 < d \leq 10 \text{ mm}$	$2.9 \cdot 10^{-2}$
Fuite moyenne $10 < d \leq 50 \text{ mm}$	$2.6 \cdot 10^{-3}$
Grande fuite $50 < d \leq D_{\max}$	$2.6 \cdot 10^{-3}$
Rupture	$1.2 \cdot 10^{-4}$
Total	$3.5 \cdot 10^{-2}$



❖ Fréquence d'occurrence des conséquences :

L'arbre des conséquences repris ci-après donne les probabilités d'occurrence de chaque conséquence liée à l'événement. Ces fréquences d'occurrences d'événements sont basées sur les fréquences de fuites calculées ci-dessus et sur les probabilités d'ignition et d'explosion tirées du Handbook Failure Frequencies 2009. Ces probabilités d'ignition et d'explosion dépendent de la nature du produit libéré et de l'ampleur de la perte de confinement.

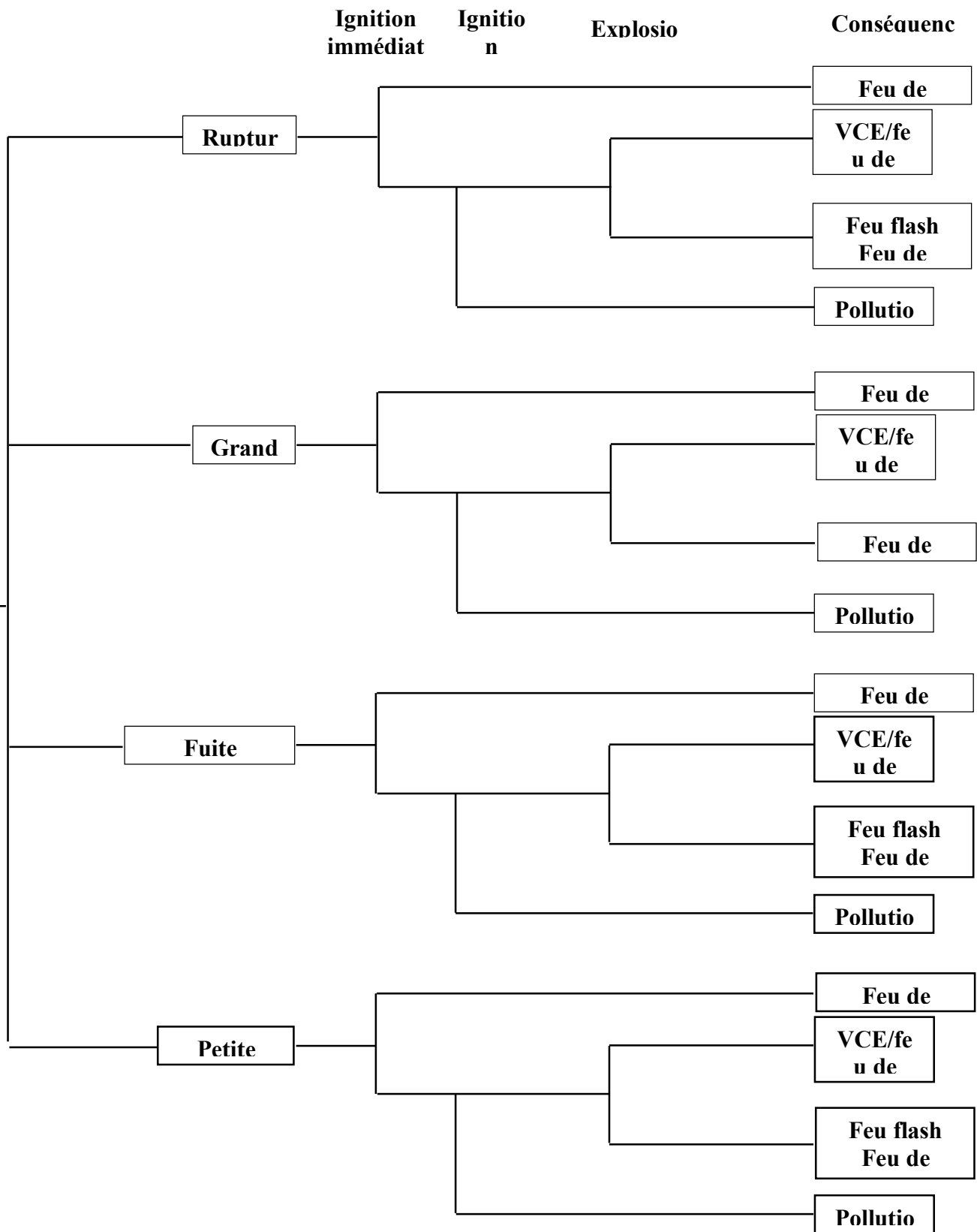


Figure II.4: Arbre d'événements [14]

En excluant les événements non redoutés car ayant une fréquence d'occurrence négligeable, c'est-à-dire ayant une fréquence d'occurrence inférieure à  $10^{-6}/\text{an}$ , il ressort le tableau des événements redoutés suivant.

Tableau.II.12 : Les phénomènes dangereux et leurs fréquences. [14]

Phénomène dangereux	Fréquence (/an)
VCE	4,5E-04
Boule de feu	< 1E-06
Feu de flaque	4,5E-03
Jet enflammé	< 1E-06
Flash Fire	1,8E-03
Pollution	3,0E-02

Les phénomènes de boule de feu et de jet enflammé ne sont pas redoutés en raison de leur faible fréquence d'occurrence ( $<10^{-6}/\text{an}$ ) et ne seront donc pas modélisés. Les autres phénomènes ont une fréquence d'occurrence supérieure au seuil d'acceptabilité, il est dès lors nécessaire d'en analyser les conséquences. Enfin, la nature du stockage (bac de liquide inflammable) nous oblige à étudier le cas de boilover et d'explosion interne. Le scénario de pollution fera quant à lui l'objet d'un chapitre à part.

❖ Fréquence d'occurrence d'une explosion interne du bac :

L'occurrence d'une explosion interne dans un bac nécessite la présence d'une source d'ignition et d'une atmosphère explosive en son sein. L'arbre de conséquence ci-dessous se base sur ces deux événements pour calculer la fréquence d'explosion interne d'un bac à toit fixe. La fréquence de base utilisée dans l'arbre sont développées dans le tableau selon un diagramme d'arbre.

- Arbre des défaillances :

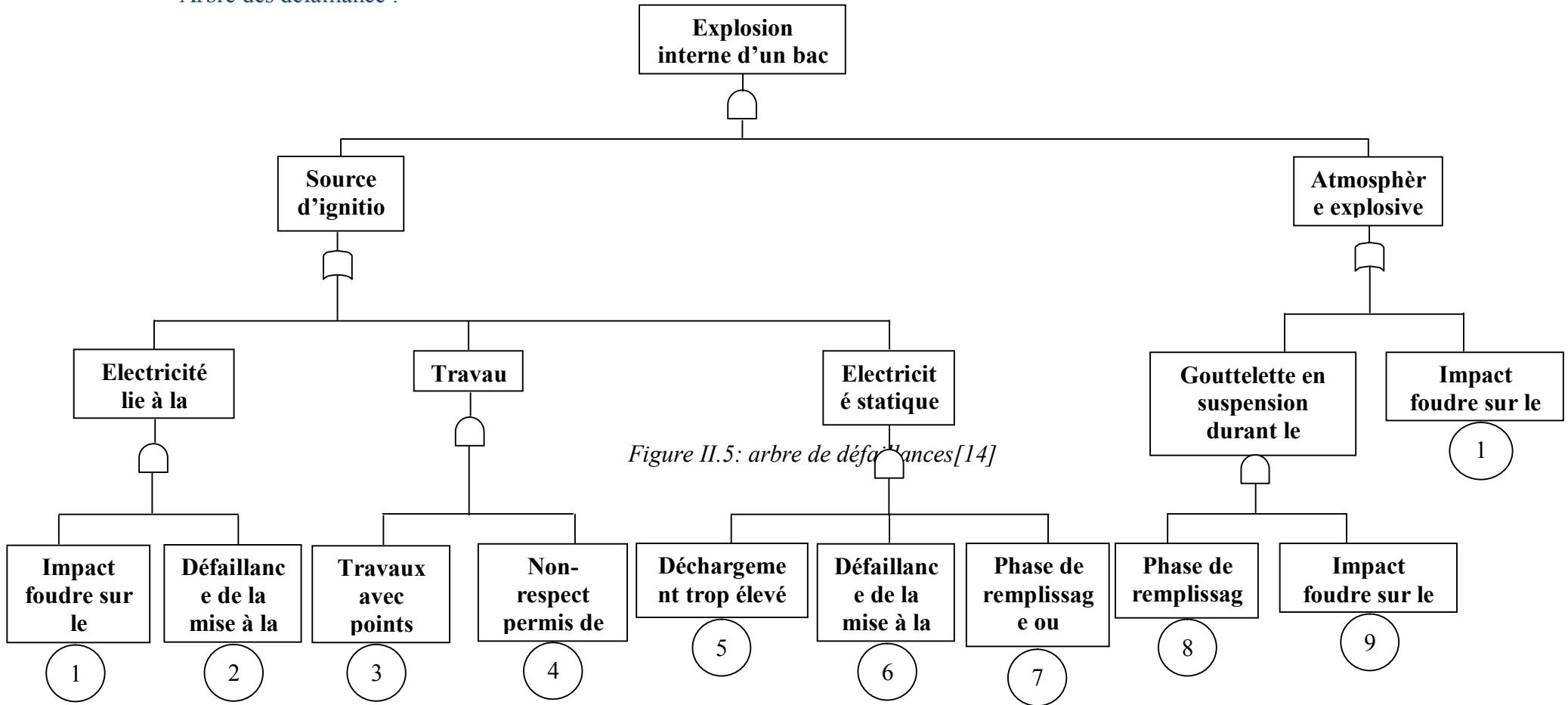
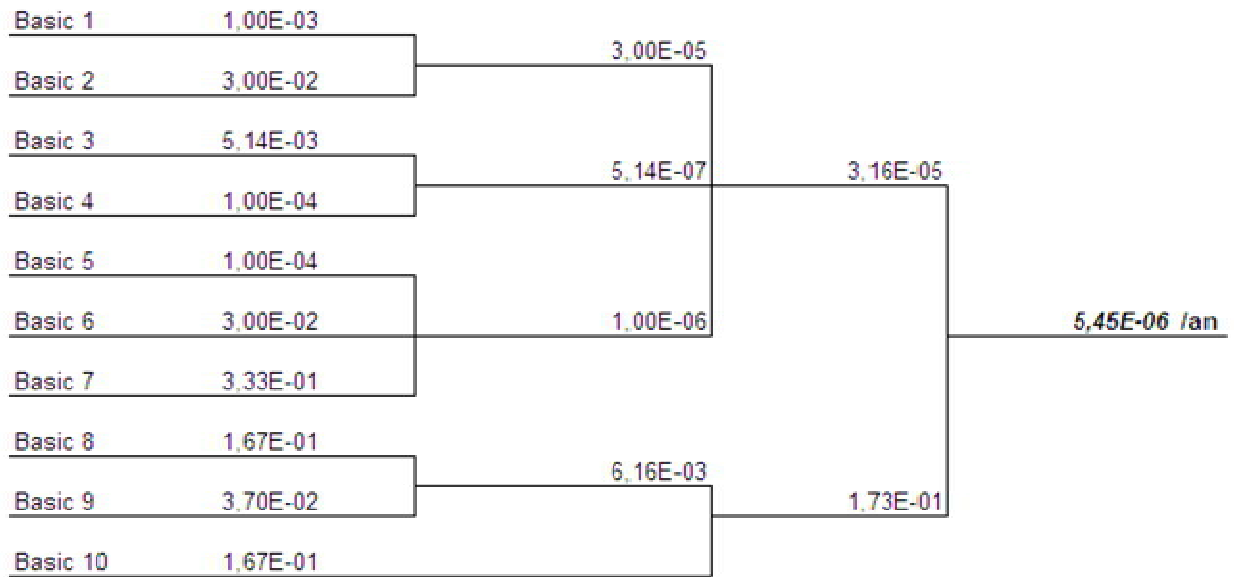


Figure II.5: arbre de défaillances [14]

Tableau II.13 : Les événement de base et F/P.[14]

N°	Evénement de base	Fréquence de s /	Commentaires
1	Impact de foudre sur un réservoir	$10^{-3}/\text{an}$ Technica C456B	La fréquence d'un impact à cause des éclairs est estimée à 2 par km <sup>2</sup> par an (Technica C456B). La surface moyenne d'un réservoir faisant 500 m <sup>2</sup> , la fréquence
2	Défaillance du système de protection	$3.10^{-2}$ Lees, 1996 <sup>12</sup>	Cet événement provient de la défaillance du système de protection contre la foudre des réservoirs soit $2.10^{-2}$
3	Travaux de maintenance avec point	$5,14 10^{-3}/\text{an}$	Le nombre de maintenance effectué sur un réservoir est estimé à 1 fois tous les 10 ans durant 2 semaines et sept fois par an durant une journée, la fréquence
4	Non respect du permis feu	$10^{-4}$ Hunns & Daniels <sup>13</sup> ' 1980	L'utilisation de permis de feu conduit à réduire sensiblement la présence de source d'ignition non contrôlée. Du fait de l'existence de ces permis, la présence d'une source d'ignition incontrôlée à une erreur humaine d'une personne formée et informée. D'après l'étude Huns & Daniels, nous pouvons
5	Vitesse de remplissage élevée	$10^{-4}$ Hunns et Daniels, 1980	Sachant que la vitesse de remplissage des bacs doit être limitée par les opérateurs connaissant leurs installations, la vitesse de remplissage excessive peut être assimilée au non respect de cette procédure par une personne
6	Défaillance du système de mise à la terre	$3 10^{-2}$ Lees, 1996	Cet événement provient de la défaillance du système de mise à la terre des réservoirs soit $3.10^{-2}$ .
7	Phase de remplissage ou de vidange du bac de stockage	$3,33 10^{-1} / \text{an}$	Les centres de stockage étant utilisés comme zones tampons entre la production et l'expédition, au niveau de chaque centre, considérons un bac en permanence en remplissage ou en expédition. Pour les 4 centres de stockage, le nombre de bac en transfert est estimé à 4. Le
8	Phase de remplissage du bac de stockage	$1,67 10^{-1} / \text{an}$	Le temps de remplissage et de vidange est estimée équivalent, la probabilité de remplissage est donc estimée à $3,33 10^{-1} / \text{an}$ divisé par deux.
9	Niveau liquide inférieur au niveau d'alimentation	$3,7 10^{-2}$	La hauteur du bac étant de 10,825 mètres, la hauteur du bac situé sous l'alimentation est de 3,7%. Donc lors d'une phase de remplissage, la fraction de temps pendant lequel le niveau liquide est inférieur au niveau d'alimentation
10	Phase de vidange du bac de stockage	$3,33 10^{-1} / \text{an}$	Le temps de remplissage et de vidange est estimée équivalent, la probabilité de vidange est donc estimée à $3,33 10^{-1} / \text{an}$ divisé par deux.

La combinaison logique des fréquences dans l'arbre de défaillance est réalisée selon l'algèbre de Boyle. Cette combinaison, présentée ci-dessous, permet de calculer la fréquence d'occurrence d'une explosion interne d'un bac de stockage.



**Figure II.6 : L'arbre de défaillance réduite**

Etant donné la présence de 12 bacs au sein de la région d'Haoud Berkaoui, la fréquence d'explosion interne d'un bac de stockage est de  $6,5 \cdot 10^{-5}$

# Conclusion générale

L'identification des dangers, l'estimation et la maîtrise des risques sont aussi au coeur de la réussite d'un système de management de la santé et de la sécurité au travail et doivent apparaître dans la politique de santé et sécurité au travail de l'organisme (...Lignes directrices OHSAS 18002 :2000).

De ce fait, le concept "Analyse des risques" est au cœur du processus de gestion des risques, dont la finalité est **réduire les risques à un niveau acceptable**, qui fait dans ce qui suit, l'objet de ce travail de fin d'étude dans le cadre de préparation d'un License professionnelle en Hygiène, sécurité et environnement..

Notre étude qui a porté sur les risques liés au stockage atmosphérique des hydrocarbures liquide au niveau du centre de production **HBK** rentre dans ce contexte. Les constats que nous avons tirés à partir cette étude :

- On suit dans cette étude une démarche d'évaluation semi quantitative (dont l'estimation de la fréquence d'occurrence des événements indésirables est basé sur les retours d'expérience et les bases de données tels LOPA, ARAMIS, Purple Book-CPR18E .....) et ce en l'absence des données fiables sur les probabilités d'occurrences.
- En plus, l'efficacité de cette analyse réside précisément dans le travail de groupe Pluridisciplinaire qui permet de répertorier et identifier tous les risques générés par l'installation, et vise plutôt l'objectivité et l'exhaustivité.

# Les recommandations

- ✓ Prévoir des alarmes de niveau très bas et de niveau très haut pour les bacs de stockage
- ✓ Suivre régulièrement l'Inspection de tous les équipements du Bacs de stockage
- ✓ Respecter les procédures, instructions opératoires (procédures et suivi remplissage, expédition, purge des bacs, nettoyage...),
- ✓ Assurer la formation et l'information des opérateurs pour connaître et maîtriser toutes les déviations qui peuvent survenir.
- ✓ Vérifier l'étanchéité et l'état de la cuvette de rétention.
- ✓ Assurer et renforcer les exercices de simulation concernant les feu des Bacs, des cuvettes et feu de nappe
- ✓ Installer des déversoirs à mousse au niveau de la cuvette de rétention
- ✓ Assurer le nettoyage régulier et périodique des fonds des Bac.
- ✓ Assurer la disponibilité des moyens d'intervention au niveau du centre de production.
- ✓ Délimiter les zones de stockage des Hydrocarbures et procéder à l'affichage des plaques de signalisation.



# Références Bibliographiques

- [1] Dr.CHERFAOUI.A & Dr.TOUAIBIA.D.2003, « Cours de Vulgarisation sur HSE ».Séminaire SONATRACH/DP-HASSI R'ME.L'Ecole d'ingénieurs de Boumerdés.
- [2] BOUAZABIA.A & BOUDJEDRA.S. 2007, « Analyse et gestion des risques. Université Lumière », Lyon 2.
- [3] LOUISOT.O, 2005, « 100 question pour comprendre et agir : Gestion des risques », Afnor, 266 pages.
- [4] CHNINA.S, 2012 « Analyse des risques », Centre de Lorraine INRS. Paris.
- [5] LEGROS.D, 2009, « Maitrise des risques », Ecole nationale supérieure des mines .Paris
- [6]DEBRAY.B & CHAUMETTE.S & DESCOURIERE.S & TROMMETER.V, 2006, « Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle »rapport d'étude.N°INERIS-DRA-2006-P46055-CL47569 ».
- [7] SALVI.O & BERNUCHON.E, 2003, Formalisation des outils du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35)  $\Omega$ -7 méthode d'analyse des risques génère par des installations industrielles INERIS.
- [8] AMEUR.S, 2009, « Etude des risques liés au bac souterrain du complexe GNL4Z », Thèse de magistère. Université d'Oran.
- [9] HOURTOLOU .D, 2004 ; « Développement d'une méthode intégré d'une analyse des risques pour la prévention des accidents majeurs », Ministère d'écologie et développement durable.
- [10] FERRET.P.SFT, 2012 « Evaluation des risques allergiques pour les produits cosmétiques », PFDC.
- [11] PERILHON.P, 1999. « Méthode organisée et systémique d'Analyse de risque »Ecole d'été «Gestion Scientifique de risque" .ALBI-France.
- [12] Site web : <http://www.techniques-ingenieur.fr>, date de sonsutation: le 10/04/2017.
- [13] MELOUAH.A.2014. Projet fin de formation/induction. Analyse des risques liés au stockage atmosphériques des Hydrocarbures par l'application de la méthode HAZOP.

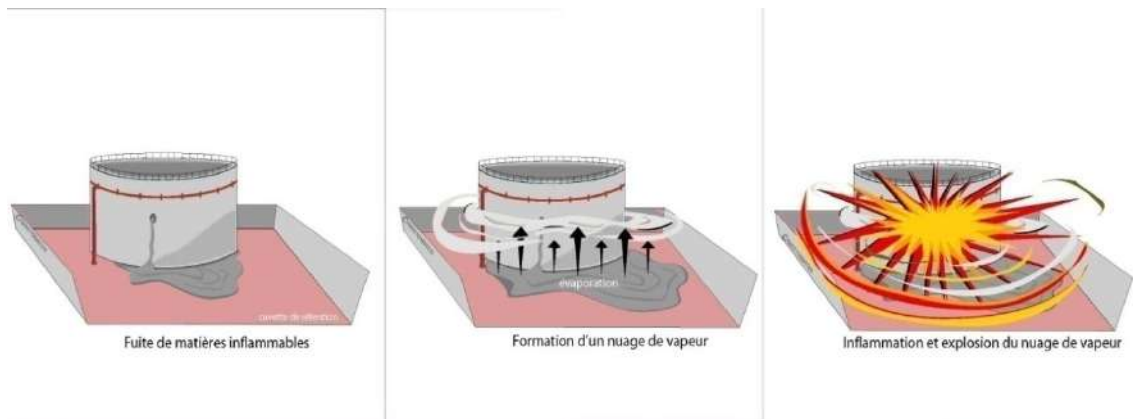
- [14] Rapport DNV Energy Etudes, « Risk Assessment » des unités industrielles de la Division Production « Analyse de risques », SONATRACH DP-Haoud Berkaoui N° Rapport EP002715 -N° 16 Rév. 0.
- [15] CHATI. 2009, « Analyse des risques d'une unité de traitement de gaz MPP1 à Hassi R'mel », master spécialisé en management QSE, centre d'études supérieures industrielles - CESI- Algérie.
- [16] Boussahoul.Z.2014, « Les risques liés au stockage des hydrocarbures », Rapport de stage. HBK,

# ANNEXE A

## Les phénomènes liés au stockage des hydrocarbures

### 1-UVCE explosion d'un nuage de gaz en atmosphère libre:

- ✓ Fuite d'un gaz combustible liquéfié ou évaporation d'une flaque de liquide inflammable.
- ✓ Formation d'un nuage de gaz/vapeur inflammable mélangé avec de l'air
- ✓ énergie suffit pour initier l'explosion.

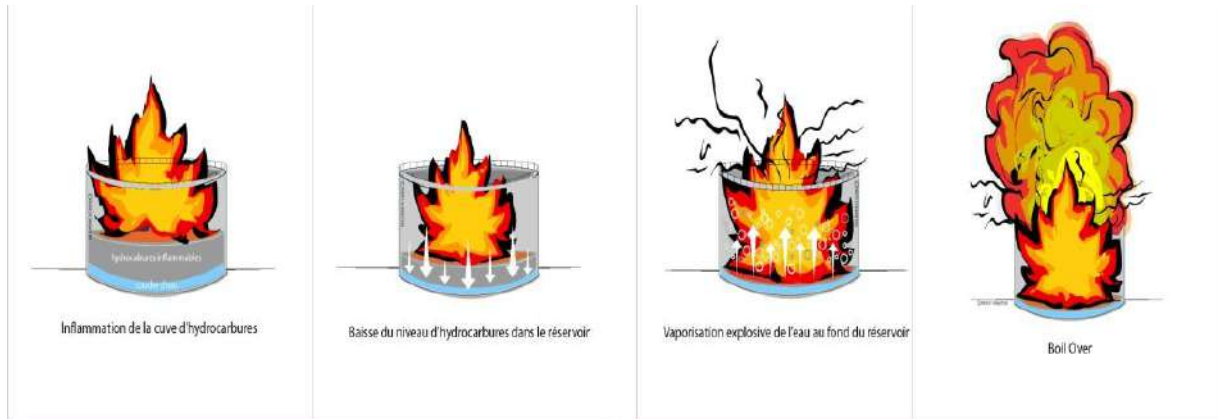


### Conséquence :

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

### 2-BOIL-OVER:

- ✓ Présence d'eau dans le réservoir
- ✓ Incendie prolongé en partie supérieure
- ✓ Propagation d'une onde de chaleur ;
- ✓ Vaporisation de l'eau

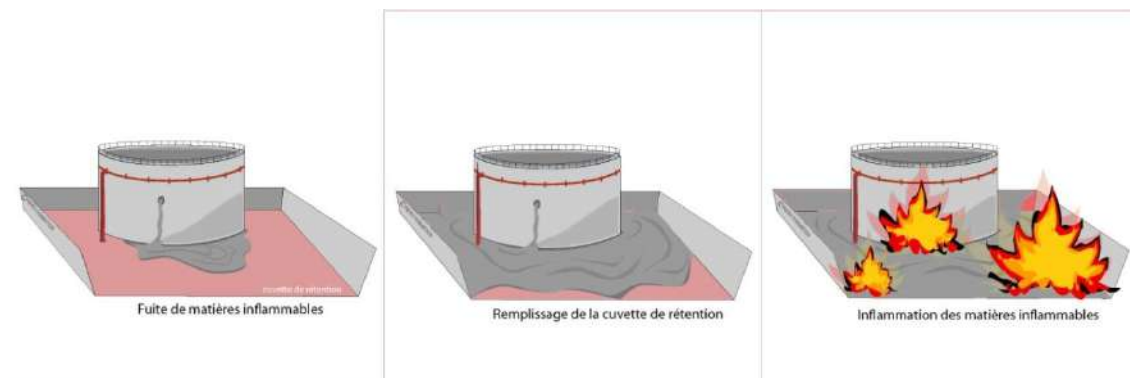


**Conséquence :**

- ✓ Une explosion (rupture de la capacité) ;
- ✓ Une éjection de liquide en émulsion et en feu. (extension de l'incendie) ;
- ✓ Une boule de feu avec ses retombées (effets thermiques).

**3-FEU DE NAPPE**

Décrit un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustible liquide en contact avec l'air portée à une température supérieure à son point éclair et d'un point chaud (étincelle, flamme nue, métal incandescent, etc.)



**Conséquence :**

- ✓ Les effets thermiques
- ✓ des effets dominos

#### **4- Le B.L.E.V.E. : "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" :**

Elle signifie l'explosion de gaz en expansion provenant d'un liquide en ébullition. Une augmentation de température, le plus souvent causée par un incendie, fragilise le métal de la sphère de stockage. La sphère peut éclater sous l'effet de la pression interne. L'éclatement, s'il a lieu, entraîne une projection de fragments et/ou missiles, et la libération du gaz liquide qui est instantanément vaporisé. Si le gaz en question est inflammable, il y a formation d'une boule de feu avec un rayonnement thermique intense. Les effets sont essentiellement des effets thermiques.

## ANNEXE B

### Terminologies et définitions

- **La criticité:** est un jugement de l'acceptabilité du risque, au moyen de seuils ou critères
- **Incendie :** est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps. et la combustion c'est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par comburant nécessitant une source d'énergie pour être initiée.
- **Explosion :** est une combustion instantanée avec une brusque augmentation de pression qui provoque un effet de souffle et une onde de pression.

L'OHSAS 18001 donne les définitions suivantes :

- **Danger :** source ou situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété, à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments.
- **Identification des dangers :** processus consistant à reconnaître l'existence d'un danger et à définir ses caractéristiques.
- **Risque :** combinaison de la probabilité et de la (des) conséquence(s) de la survenue d'un événement dangereux spécifié.
- **Evaluation du risque :** processus général d'estimation de l'ampleur de risque et de prise de décision concernant l'acceptabilité du risque.

La circulaire n°6 DRT du 18 avril 2002, prise pour l'application du décret n°2001-1016 du 5 novembre 2001 relatif à l'évaluation des risques SST et au document unique, donne quant à elle ces définitions :

- **Danger :** propriété ou capacité intrinsèque d'un équipement, d'une substance, d'une méthode de travail, de causer un dommage pour la santé des travailleurs
- **Analyse des risques :** résultat de l'étude des conditions d'expositions des travailleurs à ces dangers

Sont également introduites par l'usage, les notions de dommage, évènement dangereux, situation dangereuse, phénomène dangereux.