



République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université M'Hamed Bouguerra Boumerdès

جامعة محمد بوقرة بومرداس



Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Département : Génie des procédés industriels

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master

Spécialité : Hygiène et Sécurité Industrielle

Thème

*Contribution à l'étude de danger de site pétrolier
Groupement Rhoude El-khrouf-El-Borma, Ouargla*

Prépare par: BETTAYEB soufiane

Soutenu publiquement le 04/07/2022 devant le jury :

Mr. HAMOUCHE Aksas	M.A.B	Université de Boumerdès	Président
Mr. DJAMEL Abdelhak	M.A.A	Université de Boumerdès	Encadreur
Mr. SOUAM Rim	M.A.B	Université de Boumerdès	Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère femme.

Et tous mes frères et sœurs.

A toute la famille Bettayeb.

A mes tantes et oncles.

*A tous mes amis Amor, Fares, Moumen, Khalil,
Sabar et Aymen*

A tous ceux que j'aime.

M. Bettayeb Soufiane

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la volonté et le courage de faire cet humble travail.

Je tiens à remercier ma faculté pour cette formation intéressante, et leur chef de département Mr. Hamouche Aksas et mon encadreur Mr. Djamel Abdelhak, en espérant qu'il trouve dans ce mémoire l'expression de notre estime et de notre respect les plus profonds.

Je exprimer gratitude sur les travailleurs de département HSE chacun de son nom et leur chef de département, leur chef service de prévention, avec tous les travailleurs de groupement Rhoude El-khrouf rencontrés lors de mon stage pratique et qui ont accepté de répondre à mes questions avec gentillesse.

Enfin j'aimerais remercier tous mes amis et mes collègues pour leur amitié, leur soutien, et à toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail, et tous ceux qui se sont intéressés à mon mémoire.

Table des matières

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES PHENOMENES DANGEREUX ET LES METHODES D'ANALYSE DES RISQUES **2**

I.1	INTRODUCTION	2
I.2	LA GESTION DES RISQUES	2
I.2.1	CADRE REGLEMENTAIRE DE L'ANALYSE DES RISQUES	2
I.2.2	PRINCIPES POUR LA GESTION DES RISQUES	3
I.2.3	ANALYSE DES RISQUES	3
I.2.4	L'EVALUATION DES RISQUES	4
I.2.5	ACCEPTATION DU RISQUE	4
I.2.6	REDUCTION DU RISQUE	4
I.3	GESTION DES RISQUES AU MANAGEMENT DES RISQUES	5
I.3.1	PLACE DE L'ANALYSE DES RISQUES DANS LE SYSTEME DE MANAGEMENT DES RISQUES	5
I.4	PANORAMA DES METHODES D'ANALYSE DES RISQUES	5
I.4.1	METHODES QUALITATIVES	6
I.4.2	METHODES SEMI-QUANTITATIVES	8
I.4.3	METHODES QUANTITATIVES	9
I.4.4	CONCLUSION :	14
I.5	PHENOMENES DANGEREUX	15
I.5.1	CONCEPT ET DEFINITION	15
I.5.2	GENERALITE SUR LES ACCIDENTS MAJEURS	15
I.5.3	PHENOMENES DANGEREUX ACCIDENTELS	17
I.5.4	EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX	24
I.5.5	ÉVALUATION DE L'INTENSITE DES PHENOMENES DANGEREUX	28
I.6	CONCLUSION	32

CHAPITRE II : DESCRIPTION DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT **33**

II.1	INTRODUCTION	34
II.2	PRESENTATION DE LA SOCIETE	34
II.2.1	GROUPEMENT SONATRACH CEP SA :	34
II.2.2	HISTORIQUES	34
II.3	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT DU SITE ET DU VOISINAGE POTENTIELLEMENT AFFECTE EN CAS D'ACCIDENT :	35
II.3.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	35
II.3.2	EMPLACEMENT	35
II.4	ENVIRONNEMENT DE BASSIN :	38
II.4.1	DONNEES CLIMATIQUES :	38
II.4.2	ENVIRONNEMENT BIOLOGIQUE	39
II.4.3	ENVIRONNEMENTS SOCIO-ECONOMIQUES ET CULTURELLES	40
II.4.4	DESCRIPTION TECHNIQUE	41
II.4.5	DESCRIPTION DU PROCESSUS DE FABRICATION	44
II.4.1	CONCLUSION	54

CHAPITRE III : ANALYSE DES RISQUES ET DES CONSEQUENCES AU NIVEAU DE
L'ETABLISSEMENT OBJET D'ETUDE **55**

III.1	INTRODUCTION	56
III.2	ÉTAPES SUIVIES	56
III.3	ANALYSE DES RISQUES ET DES CONSEQUENCES	56
III.3.2	ETUDE DETAILLEE DES RISQUES	66
III.3.3	MODELISATION DES EFFETS POTENTIEL EN CAS D'ACCIDENT	68
III.4	RESULTAT ET DISCUSSION	71
III.4.1	RECOMMANDATION	75
III.5	CONCLUSION GENERAL	76

ANNEXE **78**

IV.1.1	PERTE DE CONFINEMENT AU NIVEAU DU MANIFOLD D'INJECTION DE GAZ HP	I
IV.1.2	PERTE DE CONFINEMENT AU NIVEAU DU PIPE (ESDV JUSQU'A L'ENTREE DE SEPARATEUR V-101)	V
IV.1.3	PERT DE CONFINEMENT AU NIVEAU DU BAC DE STOCKAGE T-205.	VII
IV.1.4	PERTE DE CONFINEMENT SUR MOL (MAIN OIL EXPORT LINE).	XIII
IV.1.5	PERT DE CONFINEMENT AU NIVEAU D'UNITE D'HYDRATATION DE GAZ X-318.	XVI
IV.1.6	PERT DE CONFINEMENT AU NIVEAU DE LA LIGNE DE TORCHE HP.	XX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1: Exemple de tableau de type « APR »[6].....	7
Tableau I-2: Exemple de tableau pour l'HAZOP[4].	8
Tableau I-3: exemples de réaction de combustion[7].....	18
Tableau I-4:Les valeurs de référence des seuils thermiques [11].....	29
Tableau I-5: Valeurs de référence des effets de surpression[11].....	29
Tableau I-6: Valeurs de référence des effets Toxique[12]	32
Tableau II-1: Les précipitations annuelles (années 1999 à 2008)[13].....	38
Tableau II-2 :Moyennes mensuelles des températures relevées dans la région d'étude[13].	38
Tableau II-3 :Vitesses moyennes des vents dans la région d'étude[13].....	39
Tableau II-4: donnée technique d'unité de séparation[13].....	45
Tableau II-5: Les paramètres des trois bacs de stockage du brut[13].	47
Tableau III-1: Evénements survenus dans les installations existantes de GRKF.....	57
Tableau III-2: Étude détaillée d'événements critiques à modéliser.	64
Tableau III-3: échelle de gravité de GRKF[13].....	67
Tableau III-4: taux d'occupation des bâtiments.	68
Tableau III-5: résultats de l'évaluation des risques	72
Tableau III-6: risque sur les personnes.....	74
Tableau III-7: risque sur les biens.	74
Tableau III-8: risque sur l'environnement.....	74

LISTE DES FIGURES

Figure I-1: processus de la gestion du risque[2].....	3
Figure I-2: Classification générale des méthodes d'analyse des risques[4].	6
Figure I-3: Exemple d'exploitation d'un arbre d'évènements[5].	10
Figure I-4: Exemple d'arbre des défaillances[5].	11
Figure I-5: Réduction de l'arbre des défaillances pris en exemple[5].....	12
Figure I-6: Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud[4].	13
Figure I-7: Principales étapes d'une analyse quantitative des risques[6].	14
Figure I-8: Risques (dangers) : typologie générale[9].....	17
Figure I-9: triangle de feu[7].	18
Figure I-10: Composition de l'oxygène dans l'aire[7].	19
Figure I-11: Équipements d'un bac favorisant l'apparition d'étincelles[7].	22
Figure I-12: Exemple d'organigramme de déroulement possible des accidents[9].	24
Figure I-13: Étapes de réalisation d'un BLEVE[4].	26
Figure I-14: Exemple d'un Boilover[4].	27
Figure I-15: explosion d'un nuage de gaz en atmosphère libre[4].....	27
Figure I-16: Exemple de feu de nappe[4].	28
Figure II-1: Champ D'huile RHOURE EL KHROUF	35
Figure II-2: l'emplacement géographique de l'entreprise[13]	35
Figure II-3: Vue Aérienne Du Champ D'huile RHOURE EL KHROUF *RKF*[13]	36
Figure II-4: PLAN DE SITUATION de GRKF[13].	37
Figure II-5: Vitesses moyennes des vents dans la région[13].	39
Figure II-6: La Rose des vents Vitesse Maximal (Nœuds) Figure II-7: La Rose des vents Les Vents Dominants	39
Figure II-8: plan de masse de site RKF[13].	43
Figure II-9: schéma des unités de traitement et d'injection.....	51
Figure II-10: ORGANIGRAMME DU CHAMP GRFK	54
Figure III-1: matrice de risque de GRKF[13].....	67

Acronymes

AdE : Arbre des Événements

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et leur Criticité

APR : Analyse Préliminaire de Risques

HAZOP : Hazard and Operability analysis

BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion

UVCE : Unconfined Vapor Cloud Explosions

LOC: loss of containment (pert de confinement)

LII : Limite Inférieure d'Inflammabilité

LSI : Limite Supérieure d'Inflammabilité

PHAST : Process Hazard Analysis Software Tool

P&ID : Process and Instrumentation Diagram

PSV : presseur safety valve

T : Température .

P : Pression

ISO : International organization for standardization

GRKF : Groupement Rhoude El-Khrouf

Résumé

Les accidents majeurs ayant des impacts graves ne cessent de se produire malgré l'application systématique des mesures de sécurité classiques (normes de l'ingénierie, inspections, etc.). Dans ce contexte, la chaîne de production de pétrole brute parmi les systèmes industriels le plus touché par le risque d'explosion selon les statistiques des accidents et des incidents au niveau international,

La problématique soulevée par ce travail s'inscrit dans ce cadre et consiste à estimer quantitativement les conséquences de l'évènement de rupture catastrophique et les fuites (l'évènement les plus critiques d'après l'analyse des risques HAZOP) liées à un système réel, au sein de l'entreprise Groupement Rhoude El-khrouf. En s'aidant d'outil performant d'analyse des conséquences "PHAST", il serait question de simuler les effets d'une explosion, pouvant survenir dans un procédé de fabrication, stockage, et transport de pétrole brut. "feu de torche, boule de feu, feu de nappe" et la surpression, et nous avons constaté que ces effets ayant des conséquences graves sur les structures et les opérateurs et peuvent se provoquer même des effets domino.

Mots clé : production de pétrole, stockage HC, rupture catastrophique, fuites, PHAST, PHAWorks RA Edition, analyse des risques.

Abstract

Major accidents with severe impacts continue to occur despite the systematic application of conventional safety measures (engineering standards, inspections, etc.). In this context, the crude oil production chain among the industrial systems most affected by the risk of explosion according to international accident and incident statistics,

The problem raised by this work is within this framework and consists in quantitatively estimating the consequences of the catastrophic rupture event and the leaks (the most critical events according to the HAZOP risk analysis) related to a real system, within the Rhoude El-khrouf Group. With the help of a powerful "PHAST" consequence analysis tool, it would be possible to simulate the effects of an explosion, which could occur in a process of manufacture, storage, and transport of crude oil. "Jet fire, fireball, pool fire" and overpressure, and we have found that these effects have serious consequences on structures and operators and can even cause domino effects.

Keywords: production of crude oil, HC storage, catastrophic rupture, leaks, PHAST, Long Pipeline, PHAWorks RA Edition, risk analysis.

Durant les deux dernières décennies, le secteur industriel Algérien a enregistré des catastrophes industrielles marquantes ayant occasionné des impacts et des effets dévastateurs sur l'environnement humain et naturel telles que l'explosion de Skikda en 2004 et l'éruption de Nezla en 2006.

Ces accidents majeurs sont estimés à des millions de dollars. Ces accidents majeurs désignent un événement (émission, incendie ou explosion) d'importance majeure qui résulte de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'une installation, et qui entraîne pour la santé humaine, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation, et/ou pour l'environnement des dommages graves et irréversibles, immédiats ou différés. On fait, la maîtrise de ces phénomènes par différentes approches d'analyse et d'évaluation des risques, qualitatives, semi-quantitatives et quantitatives, reposant sur un certain nombre de données et d'informations sur le système analysé et son environnement ainsi que le phénomène étudié.

Dans ce contexte, plusieurs techniques de prévision des risques ont été développées. Citons à titre d'exemple, l'analyse des dangers du procédé (Process Hazard Analysis : PHA), (hazard and Operability studies HAZOP), l'analyse des couches de protection (Layers Of Protection Analysis : LOPA) et l'analyse quantitative des risques (quantitative Risk Analysis : QRA). Cette dernière est une approche rigoureuse visant une industrie plus sûre et se révèle indispensable pour un bon contrôle des risques. Elle consiste à identifier les scénarios d'accidents potentiels, à estimer leurs probabilités d'occurrence et analyser leurs conséquences. La finalité étant d'estimer les risques individuel et sociétal et par suite appliquer les mesures qui répondent convenablement à cette estimation.

La problématique soulevée dans ce mémoire de fin d'étude s'inscrit dans ce cadre et consiste particulièrement à estimer quantitativement les conséquences d'un accident majeur, susceptible de survenir au sien du groupement Rhoude El-Khrouf-GRKF objet d'étude.

Pour résoudre cette problématique nous avons exploités et analysés les données accidentologique survenus sur site ainsi que l'étude de danger de ce dernier, nous avons utilisés comme outils les méthodes et logiciels les plus développer dans ce domaine.(HAZOP, PHAWorks RA Edition, PHAST, QGIS, Google Earth).

Ce mémoire est structuré en trois chapitres et encadrés par une introduction générale et une conclusion.

- *Le premier chapitre contient deux parties, la première sur les méthodes d'analyse des risques, où on a focalisé sur l'approche globale d'évaluation quantitative des risques et on a basé sur une description des différents concepts, définitions fondamentales, déroulement et étapes, la deuxième partie est consacré aux phénomènes dangereux*
- *Dans le deuxième chapitre on a abordé la description de l'installation et de son environnement ses principales activités et son organisation.*
- *Dans le troisième chapitre nous avons procédé à l'analyse des risques et des conséquences au niveau de l'établissement objet d'étude, nous avons expliqué en détail une application à l'aide du logiciel PHAST afin de montrer l'ampleur l'effet de (surpression, thermique) et de visualiser les différents contours d'effets associés. Enfin, nous examinons l'influence des modèles utilisés sur l'évolution de l'effet de surpression et thermique.*

Chapitre I : Généralités sur les
phénomènes dangereux et les
méthodes d'analyse des risques

I.1 Introduction

Les phénomènes dangereux dans le domaine des risques industriels d'origine accidentelle, ce terme se rapportera le plus souvent à des phénomènes physiques tels qu'un incendie, une explosion, une dispersion de gaz toxique...

Dans ce chapitre, nous allons essayer de parler de ces phénomènes dangereux, et les méthodes utilisées pour le prévenir.

I.2 La gestion des Risques

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité.

Les objectifs Pour suivis peuvent concerner par exemple :

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

I.2.1 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[1] :

- 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.2.2 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 les étapes mentionnées dans la Figure I-1 : processus de la gestion du risque[2].

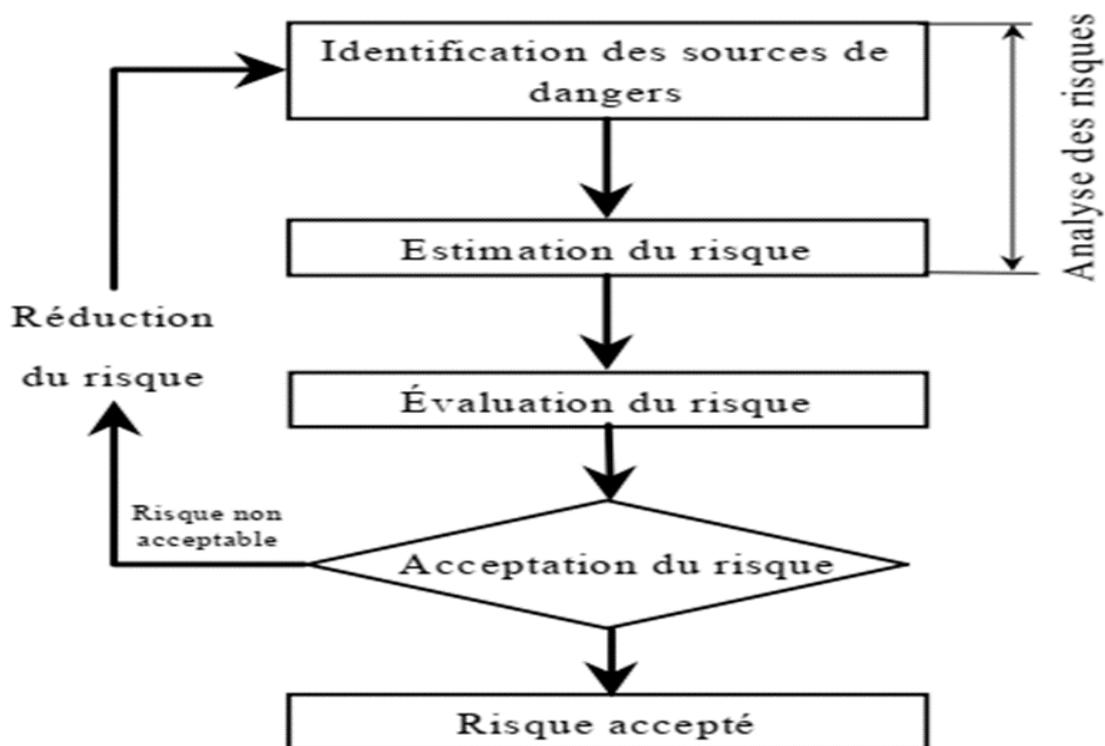


Figure I-1: processus de la gestion du risque[2].

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.2.3 Analyse des risques

L'analyse du risque est définie comme l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque[3].

Et selon, c'est Une démarche ayant pour but d'identifier les dangers, 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[3].

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.2.4 L'évaluation des risques

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour décider si le risque tolérable (ou acceptable) est atteint. Elle revient à comparer le niveau de risque estimé à **un niveau jugé acceptable ou tolérable**[1].

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 les risques

I.2.5 Acceptation du risque

La définition de critères d'acceptabilité du risque **est une étape-clé dans le processus de gestion du risque** dans la mesure où elle va motiver la nécessité de considérer de nouvelles mesures de réduction du risque et rétroactivement, influencer les façons de mener l'analyse et l'évaluation des risques. Quels que soient les critères d'acceptation retenus, il est indispensable qu'ils soient connus et explicites préalablement à toute phase d'analyse des risques. Si le risque est jugé acceptable le processus de gestion sera terminé et le risque jugé sera surveillé. Dans le cas contraire, le processus continue en passant à l'étape de réduction[4].

I.2.6 Réduction du risque

Dans le cadre du traitement des risques, on peut agir sur **la probabilité d'occurrence ou sur la gravité des conséquences** potentielles d'un événement, parfois sur les deux composantes du risque. De façon générale, il existe cinq grandes catégories d'options de traitement des risques qui doivent toutes être considérées afin de faire une gestion efficiente des risques[5] :

- 1- La prévention qui vise la réduction de la probabilité que des événements indésirables surviennent.
- 2- L'atténuation qui vise à réduire les conséquences si de tels événements se produisaient en limitant l'exposition (des gens, de l'environnement, des structures, etc.) par la mise en place de mesures techniques ou de distanciation.
- 3- La préparation qui vise aussi à réduire les conséquences si de tels événements se produisaient, mais cette fois, en augmentant la capacité d'intervention des équipes d'urgence et la résilience de l'organisation.

- 4- L'intervention lorsque de tels événements se produisent réellement, c'est-à-dire la mise en œuvre et l'ajustement des mesures d'urgence préparées au préalable selon les besoins de la situation en cours.
- 5- La continuité des fonctions critiques de l'organisation et le rétablissement chronologique des autres fonctions essentielles par la mise en œuvre et l'ajustement des mesures préparées au préalable.

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.

I.3 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[1].

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).

I.3.1 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[1].

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.

I.4 Panorama des méthodes d'analyse des risques

Dans cette partie nous allons décrire brièvement les principales méthodes utiliser dans une démarche d'analyse des risques. Ces méthodes seront classées dans trois principales catégories : méthodes qualitatives, méthodes semi-quantitatives et méthodes quantitatives[4].

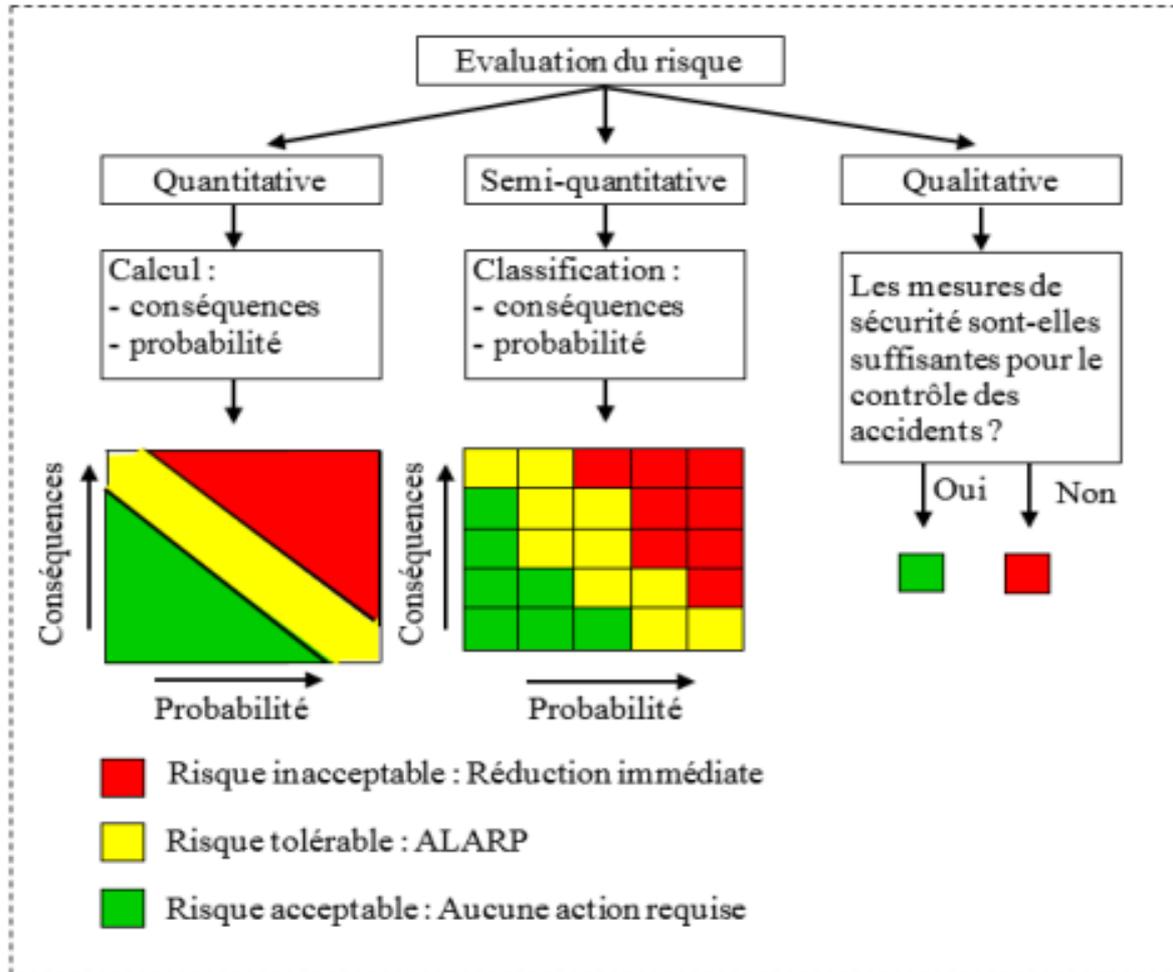


Figure I-2: Classification générale des méthodes d'analyse des risques[4].

I.4.1 Méthodes qualitatives

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toute autre analyse. En effet, elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque, cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au système étudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée[4].

De nombreux outils d'analyse et d'évaluation des risques à caractère qualitatif existent, parmi lesquels nous retrouvons l'APR et HAZOP, présentées ci-après.

I.4.1.A 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[2].

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.

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

Tableau I-1: Exemple de tableau de type « APR » [6].

Fonction ou système :						Date :	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou équipement	Situation de danger	Causes	Conséquence	Sécurité existantes	Proposition d'amélioration	Observation

Le principal avantage de L'Analyse Préliminaire des Risques a permis in examen relativement rapide de la situation dangereuse sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparait comme relativement économiques en termes de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé[2].

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.

I.4.1.B Hazard and Operability study (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 considéré 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 [2]:

Mot-clé + Paramétré=

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.

Un tableau de synthèse se révèle souvent utile pour guider la réflexion et collecter les résultats des discussions menées au sein du groupe de travail.

Un exemple de tableau est présenté dans les paragraphes suivants :

Tableau I-2: Exemple de tableau pour l'HAZOP[4].

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

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[2].

I.4.2 Méthodes semi-quantitatives

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purement qualitative ni purement quantitative [Desroches, 1995]. Cette démarche a pour but d'enlever l'aspect hautement subjectif d'Information utilisée dans l'approche qualitative en lui donnant plus de précision et d'exactitude, et en même temps pour assouplir et combler le manque de la robustesse des données de l'approche quantitative[6].

De nombreux outils et méthodes d'analyse et d'évaluation à caractère semi-quantitatif ont été développés. Dans ce qui suit, on présentera une méthode parmi les plus utilisées dans l'évaluation des risques.

I.4.2.A Analyse des couches de protection (LOPA)

LOPA signifie Layer Of Protection Analysis (Analyse des niveaux de protection). C'est une méthode orientée barrière[6].

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.

I.4.3 Méthodes quantitatives

L'analyse quantitative des risques est considérée comme l'approche la plus retenue pour une bonne prise de décision sur les risques. Cette approche consiste à caractériser les différents paramètres d'analyse des risques par des mesures probabilistes[6].

L'obtention de ces mesures passe généralement par un traitement mathématique en prenant en compte les données relatives aux différents paramètres évalués et aussi aux informations qui sont de nature quantitative.

A l'égard de l'application de cette démarche, une attention particulière aux données utilisées, à leur origine et à leur adéquation aux cas étudiés doit être portée, car une simple erreur remettra l'étude en cause.

L'arbre des événements (AdE) et l'analyse quantitative des risques (QRA) représentent par excellence ce type de méthodes.

I.4.3.A Arbre des événements (AdE)

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[2]

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.

Tableau I-1: Exemple de tableau définissant les fonctions de sécurité[6].

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	$T \geq T_1$	Alarme	$T \geq T_2$
Délai	Continu	1 min	Si possible, estimé à 5 min	Estimé à 10 min (De T_1 à T_2)

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 outil pour caractériser l'enchaînement des actions et des évènements pouvant conduire ou non à un accident.

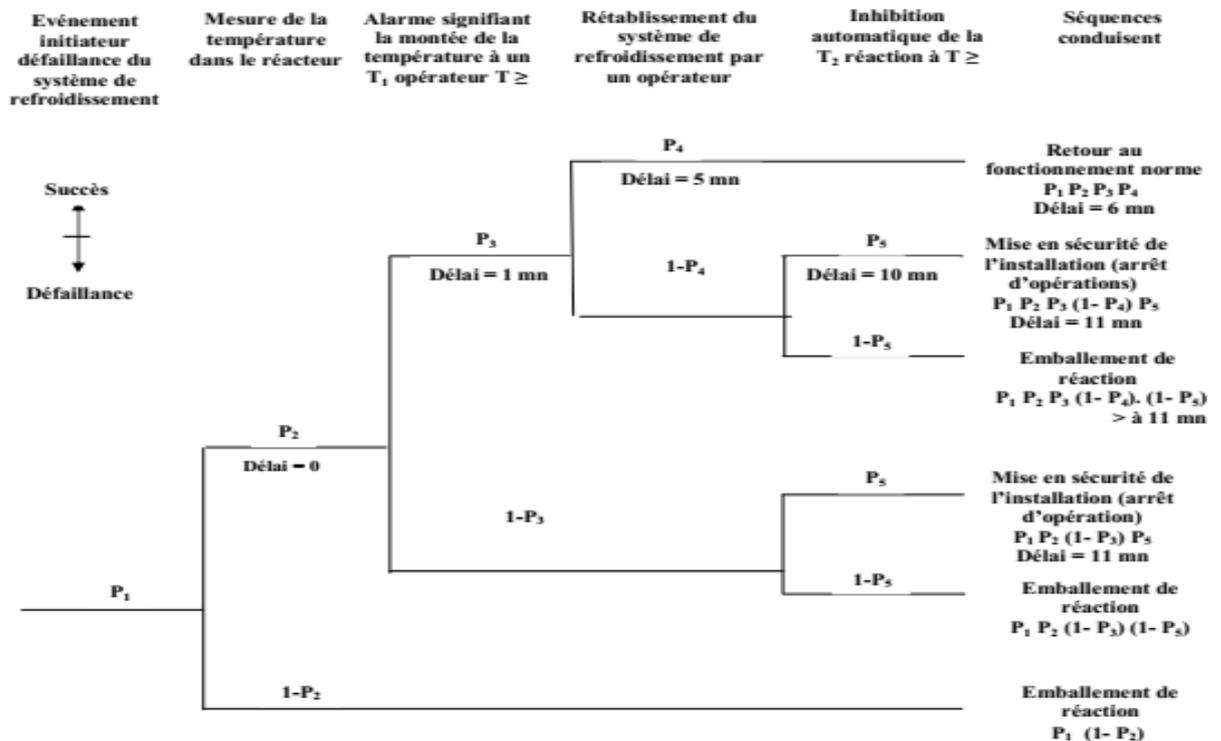


Figure I-3: Exemple d'exploitation d'un arbre d'évènements[5].

I.4.3.B Arbre de défaillance (ADD)

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 les différents événements 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[2].

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 :

- Définition de l'événement redouté étudié,
- Elaboration de l'arbre,
- Exploitation de l'arbre.

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

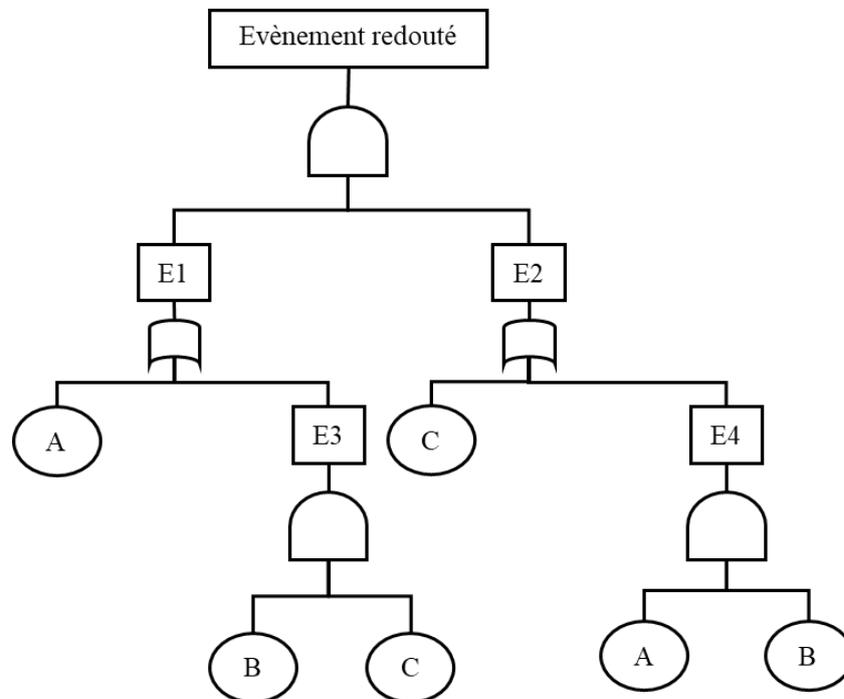


Figure I-4: Exemple d'arbre des défaillances[5].

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.

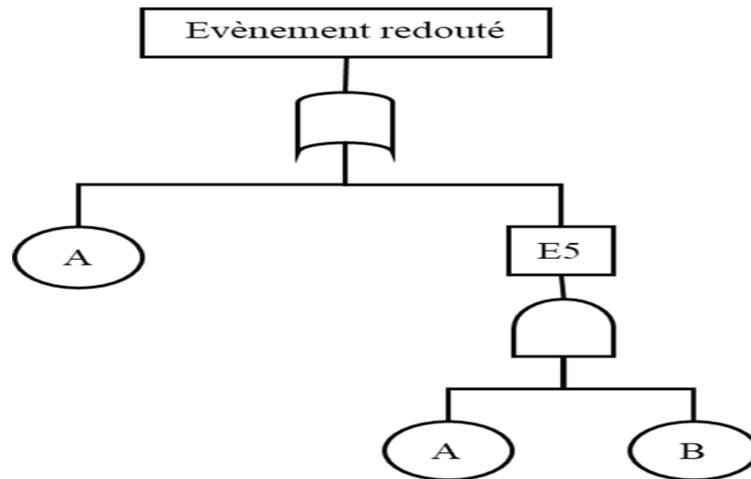


Figure I-5: Réduction de l'arbre des défaillances pris en exemple[5]

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...).

I.4.3.C 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[4].

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.

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.

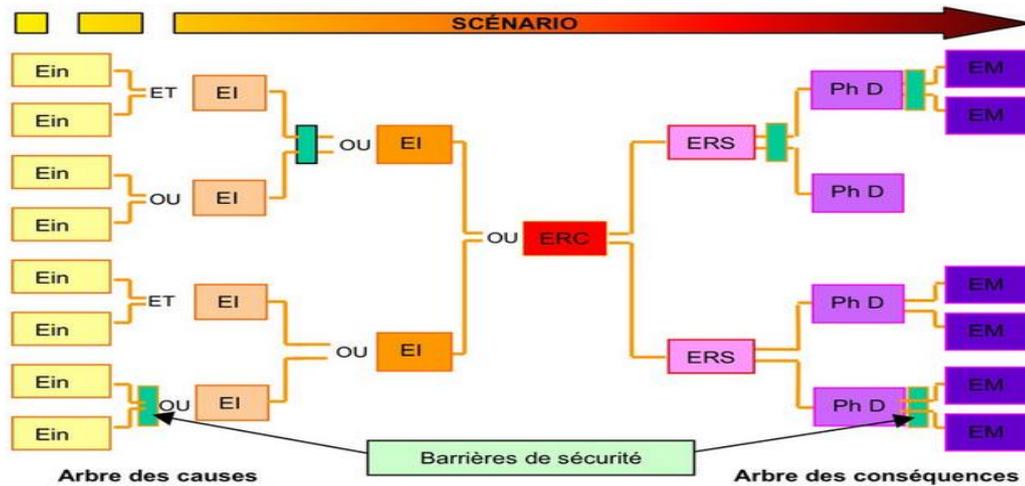


Figure I-6: Représentation de scénarios d'accident selon le modèle du nœud[4].

I.4.3.D Analyse quantitative des risques (QRA)

L'analyse quantitative des risques (QRA) est une approche rigoureuse et avancée visant une industrie plus sûre et se révèle indispensable et nécessaire pour une bonne estimation et maîtrise des risques[6].

Cette approche consiste principalement à identifier les scénarios d'accidents potentiels ou représentatifs, à estimer leur fréquence et analyser leurs conséquences, moyennant des méthodes d'analyse des risques et des modèles mathématiques des effets et de vulnérabilité. La finalité étant d'estimer les risques individuel et sociétal et par suite appliquer les mesures qui répondent convenablement à cette estimation.

A- Objectifs d'analyse quantitative des risques

La démarche de gestion des risques prévue dans le cadre de l'étude de dangers et d'impacts environnementaux des procédés industriels prévoit analyse quantitative des risques et l'identification de mesures de prévention des accidents technologiques majeurs. Ses objectifs sont :

- Identifier les différentes sources de dangers et de nuisance générées par l'établissement classé.
- Réduire les risques à la source : une meilleure connaissance des risques permet d'apporter des modifications au procédé à étude (diminution de la quantité de matières dangereuses, modification d'implantation des équipements, ...etc.).
- Informer les autorités publiques : la connaissance des risques permet aux autorités responsables de juger de l'acceptabilité environnementale du projet et/ou du procédé à l'étude en considérant la sécurité et les mesures de gestion proposées.
- Informer le public : la participation du public est une dimension essentielle de la procédure d'étude de dangers et d'impacts environnementaux aussi, l'analyse de risque est un outil d'information publique qui doit être facilement accessible.
- Planifier les mesures d'urgence en tenant compte des risques majeurs : le maître d'ouvrage doit, en concertation avec les autorités publiques, développer des plans

d'intervention pour les accidents aux conséquences majeures afin de préparer adéquatement les intervenants.

Le but d'une analyse quantitative des risques est de répondre aux questions suivantes :

- Que peut-il arriver ? Quelle est la probabilité de survenance des dégâts ?
- Quelles sont les conséquences lorsqu'un événement indésirable se produit ?
- Le risque est-il acceptable et le cas échéant quelles sont les mesures nécessaires pour atteindre un niveau de risque acceptable ?

Dans le but précis de répondre à ces questions, la partie suivante du présent chapitre est basée sur un processus en plusieurs étapes.

B- Etapes de l'analyse quantitative des risques

La démarche d'analyse quantitative des risques (QRA) est généralement réalisée à travers une série d'étapes ou d'activités qui sont schématisées dans la figure ou suivante :



Figure I-7: Principales étapes d'une analyse quantitative des risques[6].

I.4.4 Conclusion :

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

I.5 Phénomènes dangereux

L'activité dans le domaine des hydrocarbures est considérée comme une activité à risque, depuis de nombreuses décennies, la sûreté de fonctionnement et plus particulièrement la sécurité (Safety) sont devenues des enjeux cruciaux à la survie des sociétés[1].

I.5.1 Concept et définition

I.5.1.A Danger

Une situation, une condition ou une pratique qui comporte en elle-même un potentielle causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement.

I.5.1.B Risque

La possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à un danger.

I.5.1.C Accident

Événement non désiré qui entraîne des dommages vis-à-vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en générale.

Événement ou chaîne d'événement non intentionnels et fortuits provoquant des dommages.

I.5.1.D Incident

Événement qui aurait peut provoquer une blessure, un dommage ou une atteinte à l'environnement.

Événement imprévisible non provoquant pas des dommages corporels, mais seulement des dégâts matériels.

I.5.2 Généralité sur les accidents majeurs

L'accident est défini comme un événement imprévu et soudain, ayant entraîné des dégâts corporels et matériel, les dégâts provoqués peuvent être plus ou moins important, à caractère temporaire ou permanent, on distingue, suivant le lieu et l'origine, les accident domestique, les accidents du travail pour lesquels il existe une législation et une réglementation particulière, les accidents de la route, les accidents dus aux transports, les accidents de montagne, les accidents technologiques, etc.

Le caractère a priori imprévisible de l'accident semble quelque peu désarmant et inquiétant, mais les analyses et les études menées après des catastrophes montrent que s'il existe un risque, un jour, ce risque peut se traduire par un accident, dès lors qu'un certain nombre de paramètres sont réunis. Une ville située une faille tectonique peut, à tout moment, être détruite par un tremblement de terre, reste à savoir quand et avec quelle magnitude, les régions côtières peuvent à tout moment subir des raz-de-marée destructeurs.

Une autre caractéristique importante est la soudaineté, la rapidité du phénomène accidentel, ce qui la différencie des atteintes pathologiques comme les épidémies catastrophiques et les maladies professionnelles qui nécessitent des expositions au produit dangereux plus longues, souvent de plusieurs années. Ainsi, une exposition accidentelle à un produit toxique conduit à une intoxication accidentelle immédiate,

alors qu'une exposition chronique a des faibles concentrations, sur un laps de temps beaucoup plus long, se traduit par une pathologie, une maladie, c'est le cas de l'amiante, produit cancérigène bien connu, dans l'inhalation sous forme de poussière fines conduit à des cancers pulmonaires. Il est à l'origine de véritables hécatombes pour les salariés qui ont travaillé sur ces produits mais sans conduire à des accidents. On peut alors parler de risques majeurs, de catastrophe, mais pas d'accident majeurs.

Il n'existe pas une définition rigoureuse de l'accident majeur, un accident est appelé majeur ou catastrophique, lorsqu'il répond conventionnellement aux trois critères suivant :

- Accident ayant causé un nombre élevé de victimes, blessés ou mort et des dégâts important tout autour.
- Accident ayant nécessité la mise en place d'important moyens de secours et intervention diverse.
- Accident ayant conduit à une pollution permanente ou sur une longue durée, de l'environnement (faune, flore, bâtiments, et construction diverses), avec des dégâts importants, souvent irréversibles.

On distingue généralement, en fonction de leur nature et caractéristique, **deux types d'accident majeurs** :

- **Les accidents majeurs naturels**, appelés également catastrophes naturelles, dont l'origine se trouve dans les phénomènes géologique et climatique tels que les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les tempêtes, les cyclones, les raz-de-marée et autres phénomènes similaires.
- **Les accidents majeurs technologiques** ayant pour origine les activités et les ouvrages des hommes, ce sont les accidents nucléaires, les ruptures de barrages, les explosions dans les mines, les accidents de circulation dans les tunnels, les accidents des transports, ainsi que les accidents industriels.

Dans ce mémoire de fin d'étude. Nous sommes en train de modéliser un certain nombre d'accidents majeurs dans une installation pétrolière algérienne. Et discuter de leurs effets pour connaître l'ampleur de leur impact sur les travailleurs, l'environnement et l'établissement en lui-même.

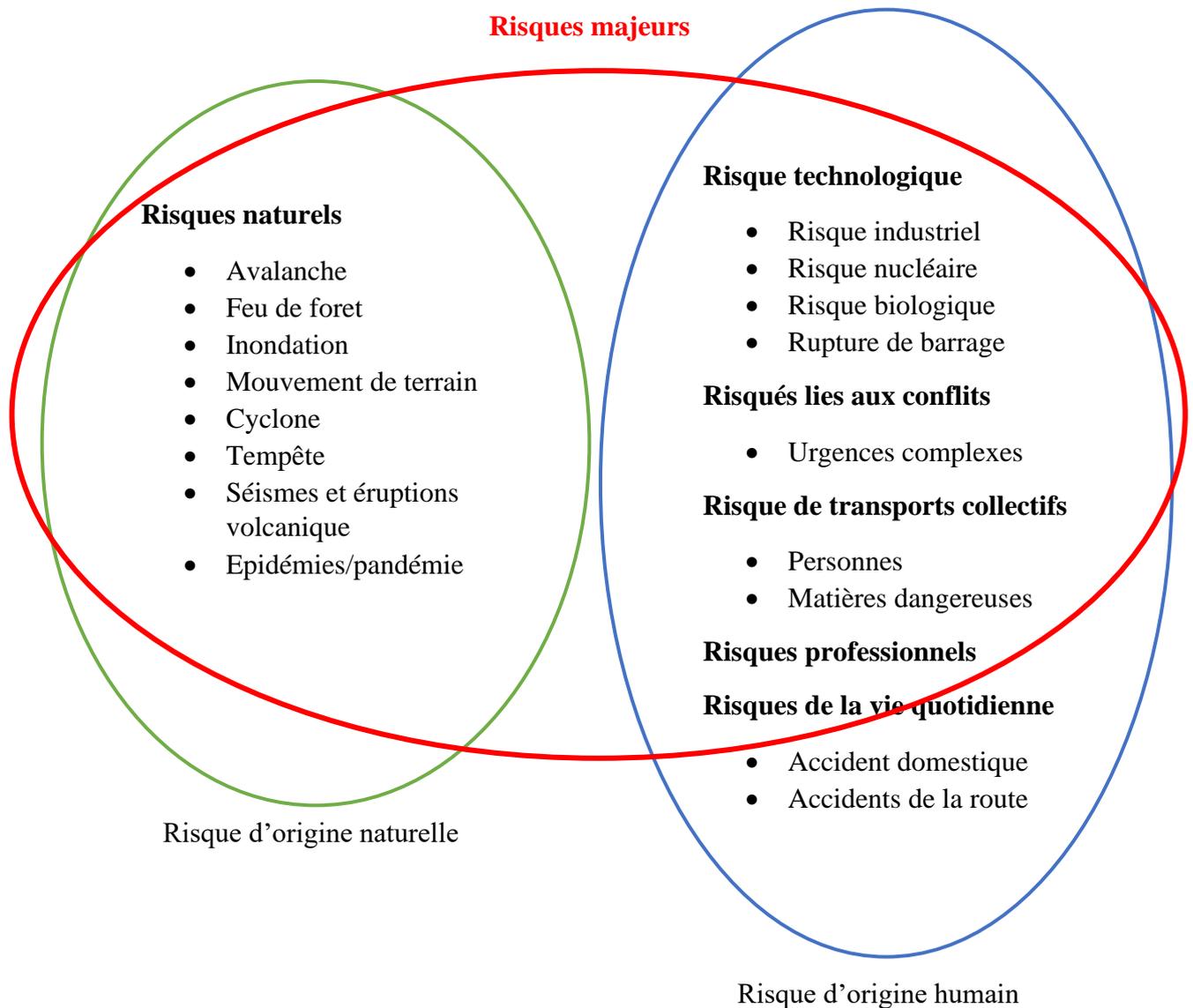


Figure I-8: Risques (dangers) : typologie générale[9]

I.5.3 Phénomènes dangereux accidentels

Les phénomènes dangereux accidentels correspondent à une libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des enjeux humains ou matériels. Ils sont caractérisés par leur probabilité de survenue, leur intensité et leur comportement dynamique (cinétique).

I.5.3.A Phénomènes de la combustion

A- Mécanisme de la combustion

La combustion est une réaction chimique d'oxydoréduction rapide entre un combustible et un comburant. Cette réaction se fait avec un dégagement de chaleur. **Elle est dite exothermique**[7].

Si la réaction est lente, comme dans le cas du fer qui rouille, on ne parle pas de combustion mais **d'oxydation**.

Tableau I-3: exemples de réaction de combustion[7].

Réactions de combustion	Remarques	Quantité de chaleur dégagée KJ/mol
<p>Carbone + oxygène → gaz carbonique</p> $C + O_2 \rightarrow CO_2$	O ₂ en quantité juste suffisante : mélange stœchiométrique	400
<p>Méthane + oxygène → gaz carbonique + eau</p> $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$	Mélange stœchiométrique	900

Réactions chimiques de combustion Les réactions ci-dessus représentent le bilan global de la combustion[7].

En fait ces réactions se déroulent suivant des mécanismes complexes mettant en jeu des “radicaux libres”.

Ces radicaux :

- Sont des atomes possédant un électron indépendant, ce qui leur confère une grande réactivité.
- Réagissent entre eux dans une succession d'étapes (initiation, propagation, ramification, extinction) appelées réactions radicalaires.

Ainsi une molécule d'hydrogène est dissociée par une étincelle en 2 radicaux libres qui vont pouvoir réagir avec l'oxygène.

B- Triangle de feu

La combustion ne peut avoir lieu que si les trois éléments suivants sont présents simultanément [7]:

- 1- **Un comburant** (ici l'oxygène).
- 2- **Un carburant** (ici le carbone, l'hydrogène, le soufre ou combustible, ...).
- 3- **Une source d'inflammation** ou source d'énergie.

Ceci est fréquemment illustré par le triangle de feu. Chaque côté du triangle représente un élément.



Figure I-9: triangle de feu[7].

Suivant la vitesse de la combustion on parle indifféremment d'inflammation ou d'explosion. En effet l'inflammation d'une atmosphère peut se faire de façon explosive, ceci d'autant plus que l'on se rapproche du mélange stœchiométrique.

❖ Comburants

A- Oxygène de l'air

Le comburant le plus courant est l'**oxygène de l'air**, sa composition volumique dans l'air est approximativement la suivante :

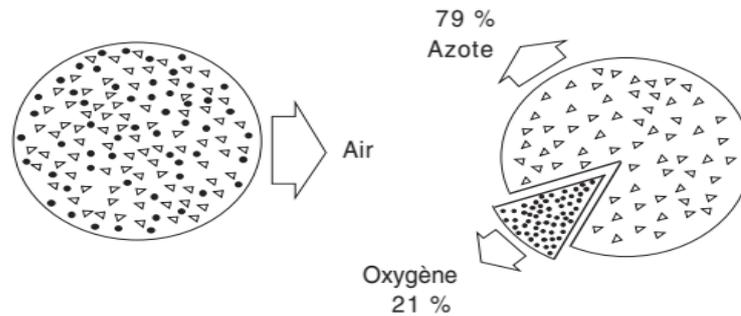


Figure I-10: Composition de l'oxygène dans l'aire[7].

L'oxygène est un comburant d'autant plus puissant que sa concentration est plus élevée dans le mélange gazeux.

Ainsi, l'**oxygène liquide un pouvoir comburant considérable**. Les corps combustibles poreux ou adsorbants imprégnés d'oxygène liquide sont des explosifs extrêmement puissants.

L'azote est inerte et ne participe pas à la combustion, aussi :

B- Autres comburants

Certains corps chimiques contenant ou non de l'oxygène sont des comburants car ils réagissent violemment avec les matières combustibles et organiques.

Exemples [7]:

- L'acide nitrique, le peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) concentrés enflamment la plupart des matières organiques
- Les matières organiques imprégnées de chlorate de sodium sec peuvent facilement s'enflammer sous l'effet d'un frottement, d'un choc où d'une élévation de température
- Le fer brûle dans le chlore humide et chaud ($T > 120^\circ$)
- **Le fluor est un comburant plus actif** que l'oxygène et enflamme la plupart des produits.

❖ Combustibles

A- Conditions nécessaires à la combustion : "atmosphère explosive"

De nature très variée, les combustibles peuvent se trouver sous forme :

- **De gaz ou de vapeurs** : hydrogène, hydrocarbures gazeux, H_2S , ...
- **De gaz liquéfiés** : propane, CVM, butadiène, ammoniac, ...

- **De liquides, de gouttelettes, d'aérosols** : alcools, cétones, aldéhydes, hydrocarbures liquides, soufre liquide, solvants
- **De solide massif, de poussières** : polystyrène, polyéthylène, soufre, farine ainsi que certains métaux (sodium, fer, aluminium, magnésium) et ce d'autant plus qu'ils seront à l'état divisés (poudre, copeaux, ...).

La combustion ne peut se produire qu'aux conditions suivantes[7] :

- **Le combustible, d'une façon générale, se trouve en phase gazeuse.** Il n'existe que peu de corps susceptibles de brûler à l'état solide (phosphore, sodium)
- **Le combustible et le comburant doivent être dans des proportions convenables**
- **Le combustible et le comburant doivent être d'autant plus intimement mélangés** que l'affinité des corps entre eux est faible.

On appelle "**atmosphère explosive**" ou **ATEX**, le mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

En exploitation courante ou en situation accidentelle, ces atmosphères explosives peuvent se former :

- **Dans les installations de combustion** (fours, chaudières, séchoirs, ...) en particulier en cas d'extinction de flammes si le combustible n'est pas coupé
- **Au voisinage d'équipement** : pompes, compresseurs, réacteurs, dômes de citernes déchargement
- **Dans les installations elles-mêmes** : transport pneumatique et remplissage de réservoir
- **À l'air libre** : vapeurs de solvant lors de nettoyage, dégraissage, ressuage, travaux de peinture, ...

❖ **L'énergie d'activation ou chaleur**

C'est la source d'énergie qui déclenche la réaction de combustion : flamme, élévation de température (appareil électrique, surtension), étincelle (interrupteur, sonnerie), etc.

A- Différentes sources d'inflammation

L'apport d'énergie peut être fait par :

- Une flamme.
- Une élévation de température.
- Des étincelles.
- Des composés pyrophoriques.

1. Flamme

Créée par une soudure en cours d'exécution, une allumette ($\cong 900^{\circ}\text{C}$), elle apporte des radicaux libres qui vont initier les réactions radicalaires de combustion.

2. Élévation de température : température d'auto-inflammation

Une élévation de température peut amener le mélange combustible à sa **température d'auto-inflammation**.

Le produit s'enflamme alors spontanément en présence d'air, sans présence de flamme ni d'étincelle. **L'inflammation survient simultanément en tous les points du mélange gazeux.**

Cette élévation de température peut être due :

- À **des appareils chauds** : fours, échangeurs, tuyauteries, ...
- À **des points chauds** créés par du matériel d'débardage, de sciage mécanique, ou tout simplement du matériel électrique.
- À **des échauffements anormaux** dus à des frottements ou grippage d'organes de machines : paliers, garnitures, roulement détérioré, température extérieure d'un boîtier électrique
- À **des gaz chauds de combustion**
- À **de moteurs à combustion** (essence, Diesel) non agréés pour atmosphère explosive
- À **des réactions chimiques exothermiques.**

3. Étincelles :

- **Étincelles provoquées par :**

- Des **chocs de métal** sur métal ou métal sur béton sec, pierre (outillage, tronçonnage à la meule, embouts de flexible, clé à vanne).

Ces étincelles sont constituées de particules métalliques (fer, cuivre, aluminium, etc.) ou minérales (carbone, quartz, silex, grès) en fusion, arrachées à un matériau par un choc ou un frottement.

Les particules sont portées à haute température ($> 1000^{\circ}\text{C}$) et peuvent être en combustion (exemple : aluminium).

- Des **postes de soudage électrique** (5500°C)
- Du **matériel électrique** (téléphone portable, appareils de mesure portatifs, ...) autre que celui dit de "sécurité" utilisé dans les atmosphères explosives
- Des **courants électriques** "vagabonds".

- **Étincelles provoquées par l'électricité statique :**

Une **étincelle de décharge disruptive** se produit entre les surfaces de deux corps chargés lorsqu'une différence suffisante de potentiel, fonction de la distance entre les deux surfaces, est atteinte.

L'accumulation de charges électrostatiques est due au transfert d'électrons entre les deux surfaces, lors de mouvements relatifs des deux corps, dont l'un au moins est un isolant (résistivité supérieure à $10 \Omega/\text{cm}$).

La création de charges et de différences de potentiel électrostatique se produit dans les circonstances suivantes :

- **L'écoulement d'un liquide isolant dans une canalisation**, un équipement, une citerne, un réservoir, un bac, etc. Les charges électrostatiques augmentent avec la vitesse d'écoulement. Des étincelles peuvent jaillir entre la surface du liquide et la paroi des canalisations ou des appareils.
- **L'éclatement de jets de liquide** contre une paroi métallique.

- **L'écoulement de gaz chargé de particules**, solides ou liquides, de jets de vapeur, dans les canalisations, à l'orifice de bouteille de stockage, dans des pistolets de pulvérisation, dans des transports pneumatiques de pulvérulents.
- **La remontée de bulles d'air** à la surface du produit et la descente de gouttes d'eau.
- **Les frottements de toutes natures** : poussières en mouvement, personnes se déplaçant sur des sols isolants, véhicules en mouvement, courroies et poulies en marche, matériaux isolants (matières plastiques, textiles synthétiques, papiers, etc.)

Dans un bac de stockage la formation d'étincelles est entre autres favorisée par :

- Le remplissage en chute libre
- La présence d'un objet flottant
- L'existence d'une excroissance du bac
- Les opérations d'échantillonnage par le toit ou de jaugeage
- Les mouvements de liquide

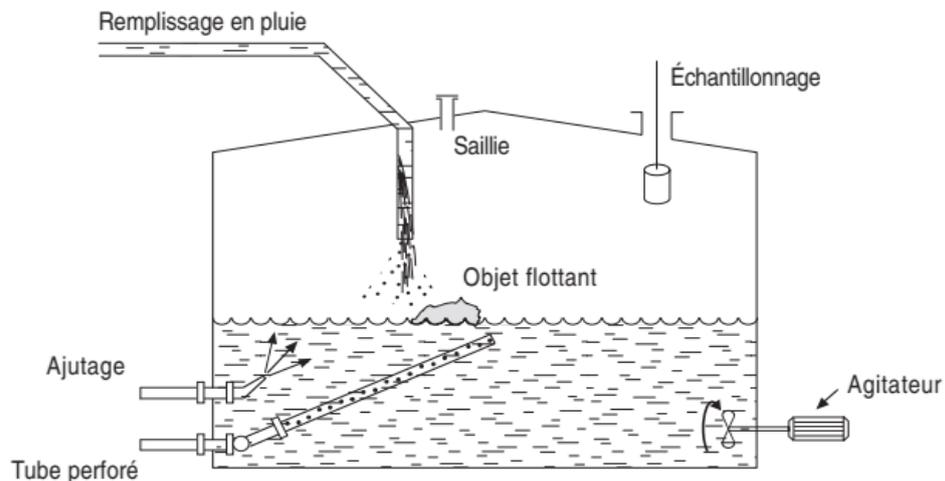


Figure I-11: Équipements d'un bac favorisant l'apparition d'étincelles [7].

4. Composés pyrophoriques

Ces composés s'oxydent très rapidement au contact de l'air en dégageant suffisamment de chaleur pour être portés à l'incandescence et s'enflammer spontanément.

Il peut s'agir par exemple :

- De **catalyseurs**
- De **butadiène polymérisé** (popcorn), de gommes de vapocraquage
- De **phosphore**
- Des **composés organométalliques** (exemple : alkyl aluminium)
- De **sulfure de fer**, semblable à des particules de rouille, résultant de l'action de l'hydrogène sulfuré sur les métaux ferreux

L'hydrogène sulfuré peut être contenu dans le produit lui-même ou formé par l'action d'une bactérie anaérobie, vivant dans l'eau, qui a la propriété de réduire les sulfates (présents dans l'eau ou dans les boues de fond de réservoir). Le sulfure de fer se forme aussi bien sur les tôles baignées par le liquide que sur celles qui ne le sont pas (plateaux de colonnes, garnissage, toit, fond et serpentin de chauffe d'un réservoir de stockage, ...).

5. Autres sources d'inflammation

- **Foudre** provoquante par exemple, des feux aux événements de bac à toit fixe, aux joints de bacs à toit flottant et aux échappements de soupapes de sécurité vers l'atmosphère,
- **Compression et ondes de chocs** (exemple : éthylène)
- **Rayonnements ionisants.**

I.5.3.B Phénomènes d'explosion

L'explosion c'est une réaction soudaine d'oxydation ou de décomposition produisant une augmentation de température, de pression, ou des deux simultanément. On distingue deux grandes familles d'explosion : physique (éclatement pneumatique, changement d'état physique de la matière) et chimique (combustion, réactions de décomposition de substance). Pour les explosions de type combustion de poussières ou de gaz, on différencie **la déflagration** (la flamme produite par l'explosion se propage à une vitesse inférieure à la vitesse du son, de l'ordre de quelques mètres par seconde) de **la détonation** (la flamme produite par la combustion se propage à une vitesse supérieure à la vitesse du son, de l'ordre de plusieurs kilomètres par seconde) une même explosion peut passer d'un régime de déflagration à un régime de détonation[8].

A- Les risques

Quelle que soit le type, une explosion créera toujours sur les personnes et les biens, des dégâts importants recensés sous trois formes de risques :

- **La surpression** : C'est l'onde de choc. L'air est comprimé et déplacé de manière subsonique ou supersonique. L'impact de cette onde sera dévastateur sur les organes « creux ».
- **Le flux thermique** : Une explosion va créer une boule de feu, c'est-à-dire une grande quantité de gaz qui vont s'enflammer si les conditions de température sont réunies. Ces gaz sont à très haute température et se propagent rapidement.
- **L'effet missile** : Les débris résultant de l'explosion se transforment en missiles projetés avec une force considérable.

I.5.3.C Dispersion atmosphérique

Devenir dans le temps et dans l'espace d'un ensemble de particules (aérosols, gaz, poussières) rejetées dans l'atmosphère. En tant que phénomène dangereux, il désigne une libération dans l'atmosphère de substances néfastes pour l'homme et l'environnement. Le nuage dispersé peut être composé de fumées d'incendie, de substances ayant des propriétés inflammables et toxiques (ammoniac, chlore...). La dispersion dépend des conditions de rejet (mode d'émission, nature du produit...), des conditions météorologiques (vent, température...) et de l'environnement dans lequel elle se produit (topographie, présence d'obstacles...)[8].

I.5.4 Effets des phénomènes dangereux

On classe les effets des phénomènes dangereux en quatre catégories[8].

- Effets thermique, liés à une combustion d'un produit inflammable ou une explosion
- Effets mécanique liés à une surpression résultant d'une onde de choc provoquée par une explosion
- Effets de projection qui sont des effets indirects dus à la formation et la mise en mouvement, par l'onde de choc d'une explosion, de débris et de fragments
- Effets toxiques qui résultant de l'inhalation d'une substance chimique toxique à la suite d'une fuite sur une installation

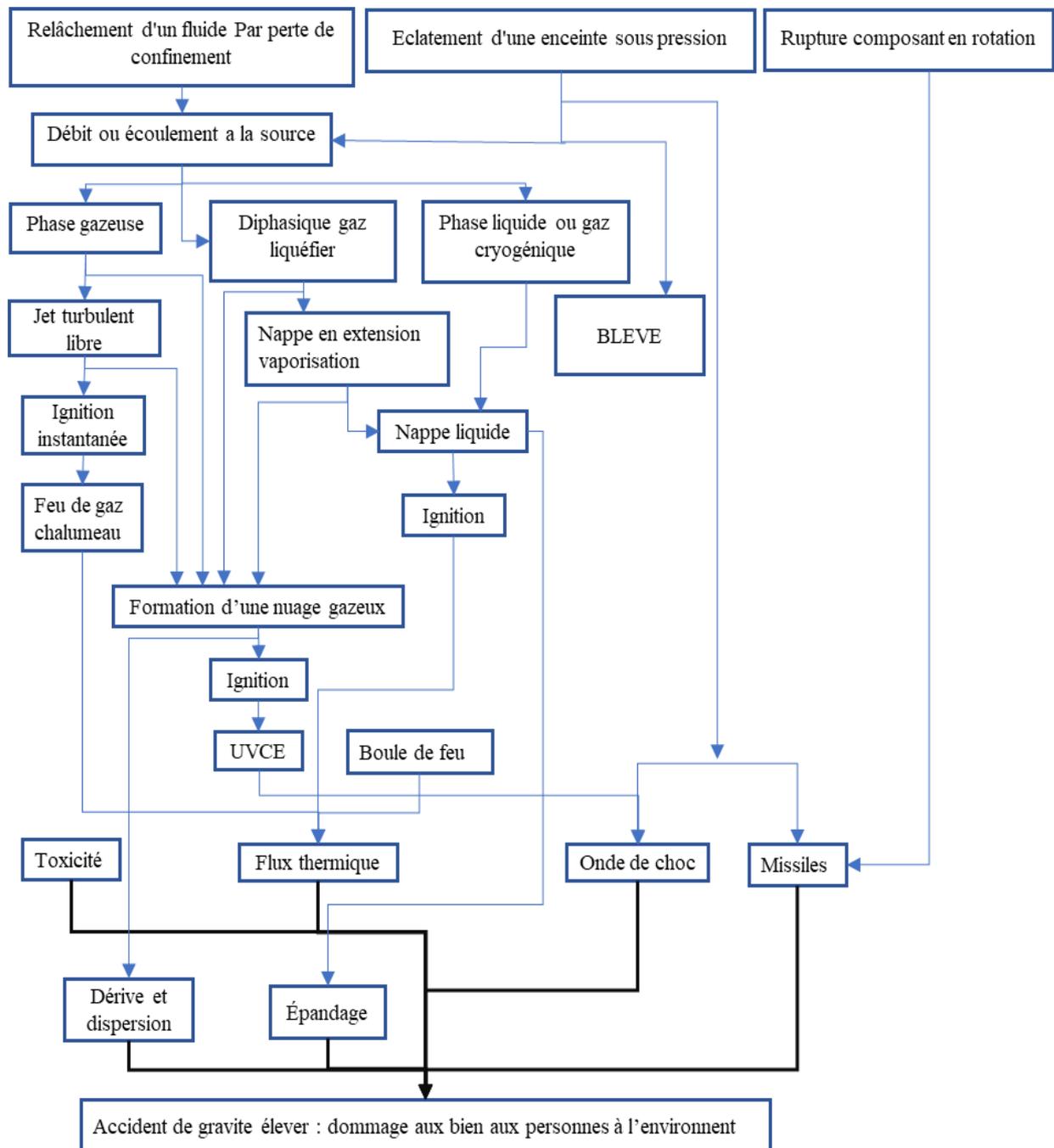


Figure I-12: Exemple d'organigramme de déroulement possible des accidents[9].

I.5.4.A Effet de BLEVE

BLEVE est un acronyme qui signifie "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion". Ce phénomène est défini comme une libération brutale à l'air libre d'une masse de gaz liquéfié qui se vaporise spontanément et violemment. Il est occasionné à la suite de la rupture d'une enveloppe de stockage contenant un liquide caractérisé par une température significativement supérieure à sa température normale d'ébullition donnée à la pression atmosphérique[10].

Ce phénomène d'éclatement de réservoirs peut se décomposer en plusieurs phases successives ou simultanées :

- Une réaction chimique de combustion interne.
- L'éclatement du réservoir avec destruction de la paroi.
- L'émission de projectiles.
- La propagation d'une onde de pression dans l'environnement.
- Des échanges thermiques internes (conduction avec la paroi du réservoir) et externes (rayonnement, convection).

❖ Causes du BLEVE

Plusieurs causes de BLEVE sont identifiées, on distingue notamment :

- L'exposition du réservoir à un incendie extérieur (apport de chaleur) ;
- L'impact d'un projectile.
- La fatigue du réservoir.
- Le sur-remplissage du réservoir.
- La corrosion.
- Les accidents routiers.
- L'erreur humaine.
- L'erreur de conception.
- Un matériau non adapté.

❖ Différents types du BLEVE

Le BLEVE peut survenir avec tout liquide, inflammable ou non, lorsqu'il est chauffé dans une enceinte fermée. On distinguera d'ailleurs deux types de BLEVE : le BLEVE chaud et le BLEVE froid, en fonction de la température à laquelle se produit la rupture de l'enceinte (température qui est propre au produit stocké, appelée TLS, Température Limite de Surchauffe).

- **BLEVE chaud** : Pour qu'un réservoir conduit à un BLEVE chaud, il faut que la température moyenne qu'il contient soit supérieure à la température limite de surchauffe du produit à la pression atmosphérique (c'est-à-dire supérieure à la température pour laquelle, à la pression atmosphérique ne peut pas rester en état de surchauffe).
- **BLEVE froid** : Un BLEVE froid serait dû à une faiblesse mécanique du réservoir. Il se produit à une température inférieure à la température limite de surchauffe.

❖ Processus de réalisation du BLEVE

Un BLEVE se produit lorsqu'un réservoir contenant un liquide (la plupart du temps un gaz liquéfié sous pression) est soumis à une agression entraînant la rupture du réservoir.

Cette rupture peut être thermique ou mécanique. Sous l'effet de la chute de résistance mécanique du matériau constituant le récipient et de la montée en pression interne, le réservoir se rompt localement, la vapeur s'expande et le liquide devient surchauffé à cause de dépressurisation, ce qui déclenche l'ébullition du liquide et provoque également la perte totale de confinement du réservoir.

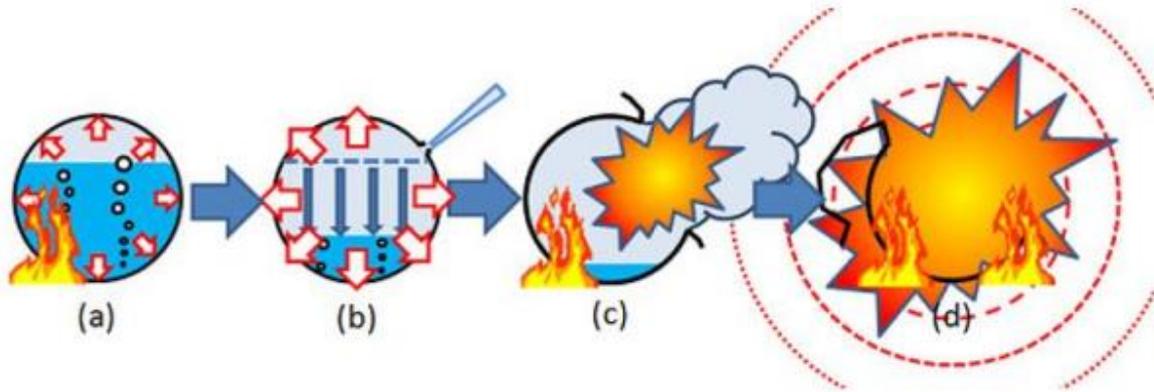


Figure I-13: Étapes de réalisation d'un BLEVE[4].

I.5.4.B Boilover

Un BOIL OVER est un phénomène de moussage brutale impliquant des réservoirs atmosphérique et résultant de la transformation en vapeur, d'eau liquide (fond d'eau, eau libre, émulsion) contenue dans un réservoir en feu.

Ce phénomène est l'origine de violente projection de combustible, du bouillonnement du contenu du bac, de l'extension des flammes et de la formation d'une boule de feu.

En outre, il ne doit pas être confondu avec le phénomène de **frothover** impliquant un réservoir réchauffé et en feu, ou un **slopoover** qui est un phénomène de faible ampleur localisé à la surface de l'hydrocarbure contenu dans un bac. Pour autant, ces phénomènes ne seront pas explicités dans le cadre du présent rapport.

Trois scénarios sont afférents au phénomène de boilover :

1. Feu du bac avec création d'une de chaleur
2. Feu de la cuvette de rétention contenu le réservoir et vaporisation d'un fond d'eau après un échange thermique de longue durée par rayonnement et conduction entre le foyer et le réservoir.
3. Feu du bac et de la cuvette de rétention cumulant les deux effets mentionnés ci-dessus.

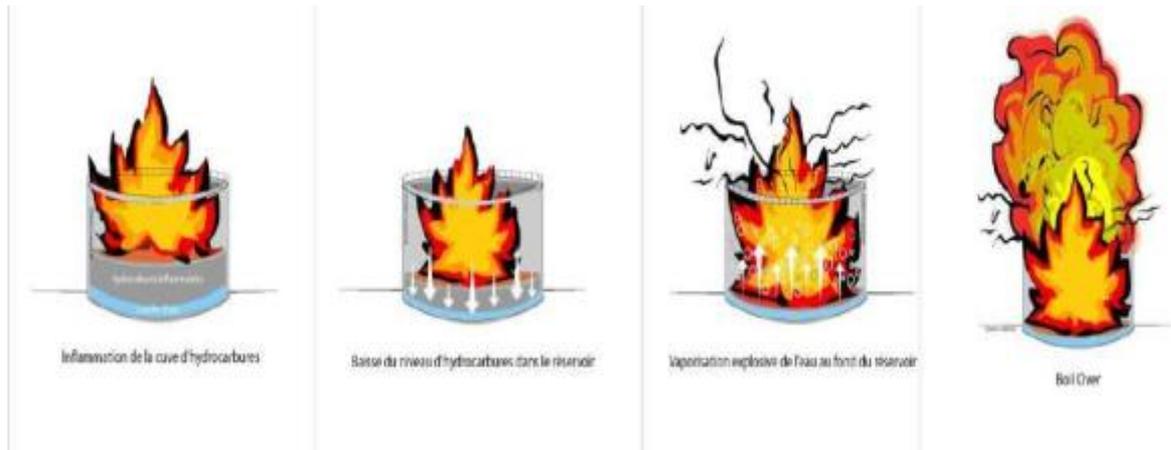


Figure I-14: Exemple d'un Boilover[4].

I.5.4.C Émissions de gaz toxiques

Suivant le produit et son mode de stockage, la bouffée toxique est constituée de :

- La masse de gaz libérée instantanément
- La fraction de produit rejetée dans l'air sous forme d'aérosol
- La fraction de produit vaporisée plus ou moins rapidement

La diffusion du nuage gazeux et sa dispersion atmosphérique dépendent :

- De la masse et des caractéristiques du produit
- De l'encombrement
- Des conditions météorologiques

I.5.4.D UVCE explosion d'un nuage de gaz en atmosphère libre :

C'est-à-dire explosion d'un nuage de gaz en milieu non confiné (à l'air libre). À la suite d'une fuite de gaz combustible, le mélange du gaz et de l'air peut former un nuage inflammable qui en rencontrant une source d'allumage peut exploser. Les effets sont essentiellement des effets de surpression

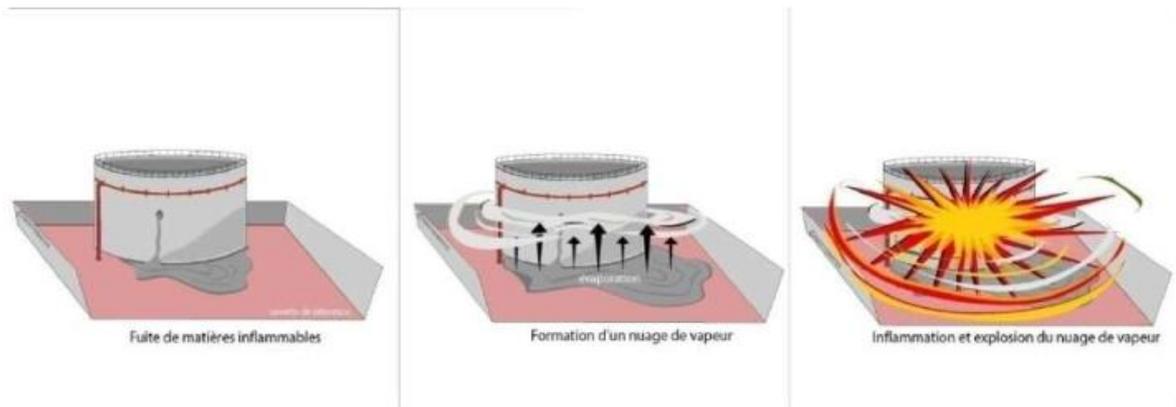


Figure I-15: explosion d'un nuage de gaz en atmosphère libre[4].

I.5.4.E Explosion de gaz (V.C.E : Vapor Cloud Explosion)

L'explosion d'un nuage de gaz (V.C.E.) est une combustion plus ou moins rapide d'un mélange de gaz combustible avec l'air dont la concentration est comprise entre la LIE et la LSE.

V.C.E peut avoir lieu dans un milieu confiné ou dans une zone encombrée ; **À l'intérieur d'un bâtiment, Dans un équipement ou Dans une tuyauterie**

I.5.4.F Feu de nappe : (pool fire)

Le terme « feu de nappe », ou « feu de flaque », décrit 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. Si d'huile brute est déversé près d'une source d'inflammation, le gaz qui s'évapore et se mélange à l'air dans des proportions permettant la combustion, s'enflammera au-dessus de la nappe d'huile brute. Les feux de nappe d'huile brute génèrent un rayonnement thermique important. En revanche, les grands incendies d'huile brute ont tendance à produire de la fumée. Cette fumée absorbe une fraction importante des radiations thermiques et réduit le rayonnement vers l'extérieur.

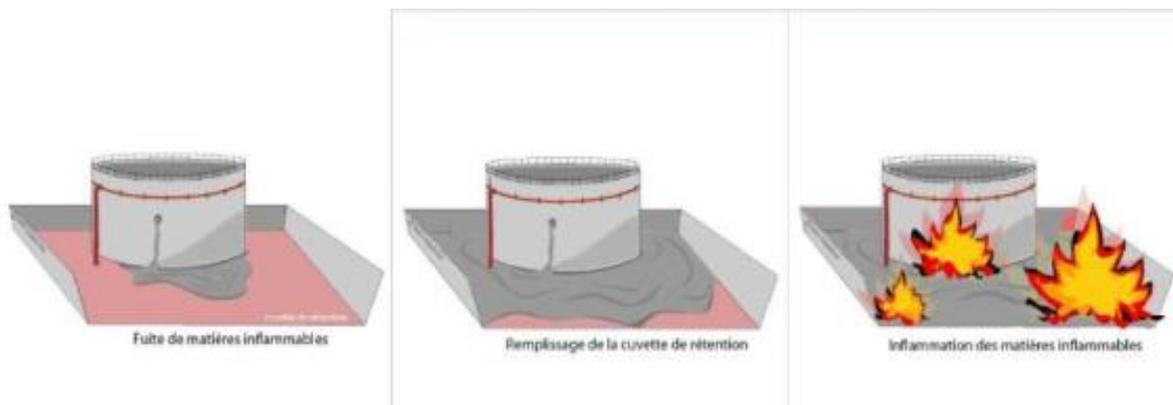


Figure I-16: Exemple de feu de nappe[4].

I.5.4.G Feu de torche ou feu chalumeau (jet fire)

Les feux torchent ou feux chalumeau, phénomènes potentiellement dévastateurs en milieu industriel, sont le résultat de fuites accidentelles de fluides inflammables au contact d'une source d'inflammation, ces fuites produisent des jets enflammés à fort pouvoir calorifique pouvant occasionner de graves avaries sur le reste de l'installation, et donc conduire à la propagation de l'incendie ou provoquer de nouveaux accidents tels que le phénomène de BLEVE (Boiling liquid expanding vapor explosion).

I.5.4.H Flash Fire

Un (Flash Fire) est un feu qui se propage rapidement dans un combustible dispersé, tel que la poussière, le gaz ou les vapeurs d'un liquide inflammable, sans production de pression nuisible[1].

I.5.5 Évaluation de l'intensité des phénomènes dangereux

L'évaluation des impacts par rapport aux seuils de vulnérabilité est fréquemment utilisée. En effet, il n'existe pas de critères uniformes, mais les seuils définis par le projet

européen précisément la méthodologie française [2], [3] sont couramment utilisés dans l'industrie algérienne.

I.5.5.A Valeurs de référence des effets thermiques

Les valeurs de référence des seuils thermiques retenues pour les installations classées sont les suivantes :

Tableau I-4: Les valeurs de référence des seuils thermiques [11]

Effets sur les structures	
5 kW/m ²	Seuil des destructions de vitres significatives
8 kW/m ²	Seuil des effets dominos et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20 kW/m ²	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200 kW/m ²	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.
Effets sur l'homme	
3 kW/m ² 600 kW/m ² 4/3·s	Seuils des brûlures significatives pour l'être humain (S.E.I)
5 kW/m ² 1000 kW/m ² 4/3·s	Cloques en 30s pour des personnes non protégées Seuil de létalité (mortalité 1 % par brûlures) (S.E.I)
8 kW/m ² 1800 kW/m ² 4/3·s	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine
200 kW/m ²	Seuil de mort certaine (100%)

I.5.5.B Valeurs de référence des effets de surpression

Plusieurs seuils de surpression sont utilisés afin de déterminer l'impact d'une explosion :

Tableau I-5: Valeurs de référence des effets de surpression[11]

Effets sur les structures	
20 mbar	Seuil des destructions significatives de vitres
50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures
140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures,
200 mbar	Seuil des effets domino,
300 mbar	Seuil des dégâts très graves sur les structures.
Effets sur l'homme	
20 mbar	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme
50 mbar	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine
140 mbar	Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine
200 mbar	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.
350 mbar	Seuil de mort certaine (100%)

I.5.5.C Valeurs de référence des effets toxiques

Concernant le choix des seuils de toxicité de référence, **Les valeurs toxicologiques de référence (VTR)** sont utilisées lors d'évaluation de risques liés à l'exposition de la population générale à des substances chimiques. Ces valeurs sont établies par plusieurs organismes pour des différentes durées d'exposition et pour les voies d'exposition orale et inhalation[12].

❖ Les valeurs ERPG (Emergency Response Planning Guideline)

Sont développées par l'American Industrial Hygiene Association (AIHA) et sont utilisées pour évaluer l'ampleur des impacts potentiels qui pourraient survenir sur la population exposée lors d'un accident industriel impliquant des substances chimiques[12].

Il existe trois niveaux de ERPG[12] :

ERPG-1 : Concentration maximale d'une substance dangereuse dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur la santé autres que des effets mineurs et transitoires ou sans que ces individus perçoivent une odeur clairement désagréable.

ERPG-2 : Concentration maximale d'une substance dangereuse dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sérieux ou irréversibles sur la santé ou sans qu'ils éprouvent des symptômes qui pourraient les empêcher de se protéger.

ERPG-3 : Concentration maximale d'une substance dangereuse dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur leur santé susceptibles de menacer leur vie.

❖ Les valeurs IDLH (Immediately dangerous for life or health)

Il existe également d'autres valeurs toxicologiques qui pourraient, dans certains cas, servir de valeurs de référence pour la population générale. Ainsi, il est possible d'utiliser le 1/10 de l'**IDLH** (Immediately dangerous for life or health). Originellement, l'**IDLH** est utilisée en milieu de travail et sa définition est la suivante [12]:

Immediately Dangerous for Life and Health (IDLH) : Ces valeurs représentent les concentrations maximales de matières dangereuses auxquelles une personne peut être exposée pendant 30 minutes suite au bris d'un appareil de protection respiratoire à cartouche sans subir d'effets qui l'empêcheraient de quitter les lieux ou d'effets irréversibles pour la santé. (NIOSH, 1994).

❖ Les AEGL (Acute Exposure Guideline Levels)

En 1995, l'Environmental Protection Agency (EPA) a mis sur pied un comité national adviseur pour le développement de valeurs guides lors d'expositions aiguës à des matières dangereuses, soit les **AEGL (Acute Exposure Guideline Levels)**. L'avantage de ces valeurs par rapport aux autres provient du fait qu'elles ont été développées pour plusieurs durées d'exposition, soit 10 minutes, 30 minutes, 1, 4 et 8 heures.

Les AEGL sont définis comme suit :

AEGL-1 : Concentration d'une substance dangereuse dans l'air (en ppm ou mg/m³) à partir de laquelle des personnes exposées, incluant les personnes sensibles mais excluant les hypersensibles, pourraient être considérablement incommodées. Les concentrations inférieures à l'AEGL-1 représentent un niveau d'exposition associé à la perception d'une odeur modérée, d'un goût ou à d'autres irritations sensorielles.

AEGL-2 : Concentration d'une substance dangereuse dans l'air (en ppm ou mg/m³) à partir de laquelle des personnes exposées, incluant les personnes sensibles mais excluant les hypersensibles, pourraient développer des effets sérieux de longue durée ou irréversibles sur la santé ou encore les empêchant de fuir les lieux. Les concentrations inférieures à l'AEGL-2 mais égales ou supérieures à l'AEGL-1 représentent une exposition pouvant provoquer un inconfort important.

AEGL-3 : Concentration d'une substance dangereuse dans l'air (en ppm ou mg/m³) à partir de laquelle des personnes exposées, incluant les personnes sensibles mais excluant les hypersensibles, pourrait provoquer des effets menaçant la vie ou entraînant la mort. Les concentrations inférieures à l'AEGL-3 mais égales ou supérieures à l'AEGL-2 représentent une exposition pouvant provoquer des effets sérieux de longue durée ou irréversibles sur la santé ou encore les empêchant de fuir les lieux.

Trois niveaux de seuils de toxicité de référence ont été définis afin de mesurer l'impact d'une situation accidentelle [12]:

- Le Seuil des Effets Irréversibles (SEI) : concentrations au-delà desquelles les effets du polluant sur la santé sont irréversibles (zone des dangers significatifs pour la vie humaine).
- Le Seuil des premiers Effets Létaux (SpEL) : concentrations au-delà desquelles les effets du polluant entraînent la mort, correspondant à une CL (concentration létale) de 1 % (zone des dangers graves pour la vie humaine),
- Le Seuil des Effets Létaux significatifs (SELS) : concentrations au-delà desquelles les effets du polluant entraînent la mort, correspondant à une CL (concentration létale) de 5 % (zone des dangers très graves pour la vie humaine).

A défaut, les valeurs internationales reconnues à utiliser sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau I-6: Valeurs de référence des effets Toxique[12]

	Durée d'exposition (min)						
	10	20	30	60	120	240	480
SELS (SEL 5%)	-	-	-	-	-	-	-
SPEL (SEL 1%)	AEGL-3	-	AEGL-3	ERPG-3 AEGL-3	-	AEGL-3	AEGL-3
SEI	AEGL-2	-	AEGL-2 (IDLH)	ERPG-2 AEGL-2	-	AEGL-2	AEGL-2

I.5.5.D Valeurs de référence des Effets de projection

Qui sont des effets indirects dus à la formation et la mise en mouvement, par l'onde de choc d'une explosion, de débris et de fragments.

Les débris résultant de l'explosion se transforme en missiles projetés avec une force considérable.

Pour des projectiles qui auront une masse supérieure à 1 kg, les blessures irréversibles apparaitront dès que leur vitesse atteindra 4m/seconde. Les victimes seront déchiquetées, poly-criblées ou polytraumatisées.

Pour la délimitation des zones d'effets sur l'homme ou sur les structures des installations classées, **a l'heure actuel il n'existe pas valeur référence d'effet de projection.**

I.6 Conclusion

Après avoir donné une étude à certaines des techniques les plus utilisées, pour donner une étude du danger. L'étape suivante est d'appliquer ces techniques.

Comme nous le savons, l'Algérie est l'un des pays qui fournit le plus de pétrole brut. Dans ce cas, nous avons choisi d'appliquer ces techniques à l'une des plus anciennes sociétés dans ce domaine.

Le chapitre suivant donne un aperçu de cette société, comment elle fonctionne, depuis quand et toutes les données nécessaires pour donner une contribution à l'étude de danger

Chapitre II : Description de
l'installation et de son
environnement

II.1 Introduction

Le champ de Rhoude El khrouf (RKF) est exploité par une association de deux compagnies, algérienne SONATRACH (**S**ociété **N**ationale pour la Recherche, la Production, le **T**ransport, la Transformation, et la **C**ommercialisation des **H**ydrocarbures), et espagnole CEPSA (Compagnie Espagnol de pétrole).

Les opérations mises en œuvre par CEPSA en Algérie se placent dans le cadre des activités d'exploitation et de production du pétrole brut.

Actuellement CEPSA exploite, en régime de contrat de distribution et de production avec la compagnie algérienne SONATRACH.

II.2 Présentation de la société

II.2.1 Groupement Sonatrach Cepsa :

Mai 1992 : Signature contrat - SONATRACH CEPSA, type partage de production (P.S.A.) dans le Cadre d'une licence d'exploration pour le Bloc 406A

Sept 1992 : Puits de découverte RKF-1 (Premier puits d'exploration dans le Bloc 406A)

Mar 1994 : Demande d'Autorisation pour une exploitation provisoire du champ (P.E.A.)

Fév. 1995 : Extension de 18mois de la Licence d'Exploration incluant :

- 300 km de sismique 2D (1100 km ont été acquis)
- 1 puits d'exploration (RKFN-1 foré, puits sec)

Déc 1995 : Construction de 114 km de route goudronnée.

Jan 1996 : Construction d'une ligne d'expédition de 20".

29 Mai 1996 : CEPSA prends la décision de développer le champ en « SOLE RISK »

Production initiale sous la « Provisionnel Exploitation Autorisation » (P.E.A. obtenue en Mai 1995 pour 4 puits RKF-1, RKF-2, RKF-3 et RKF-4)

Juillet 1996 : Demande de l'Exploitation License Application (ELA) pour un développement total du Champ

Juillet 1997 : L'ELA a été attribuée à l'Association Sonatrach / Cepsa pour un développement total du Champ.

II.2.2 Historiques

Le gisement de RKF a été découvert sur le périmètre 406A, Rhoude Yakoub en septembre 1992 par le forage du puits RKF-1 jusqu'à une profondeur de 5074 m. De l'huile légère a été obtenue des deux réservoirs, Carbonifère et du TAGI respectivement à 3400 m et 3000 m[13].

Entre les années 1994 et 1996 ont été construits les installations de traitement d'huile, la ligne d'expédition et la route. Le « first oil » est produit le 1ère Juin 1996.



Figure II-1: Champ D'huile RHOURDE EL KHROUF

II.3 Description de l'environnement immédiat du site et du voisinage potentiellement affecté en cas d'accident :

II.3.1 Situation géographique

Le gisement de Rhoude El Khrouf RKF est situé à 400 Km de sud-est de Hassi Messaoud, 1200 Km au sud-est d'Alger. Ce champ a été découvert en septembre 1992.

RKF se situe à l'Est du Sahara, dans la partie centrale du Bassin de Berkine à 1200 km d'Alger et à 340 km de Hassi-Messaoud. Le Champ entier est dans le bloc 406A

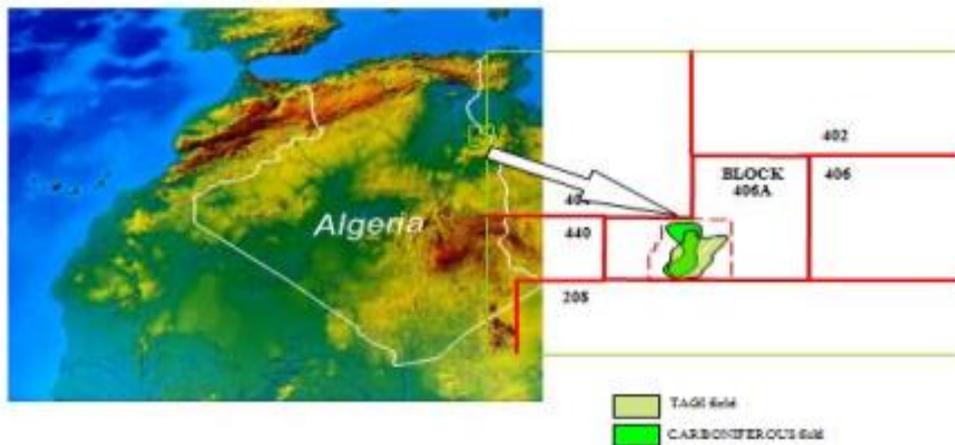


Figure II-2: l'emplacement géographique de l'entreprise[13]

II.3.2 Emplacement

Le Champ D'huile Rhoude El Khrouf RKF (ASSOCIATION SONATRACH CEPSA) Situé dans le Bassin de BERKINE- Erg Oriental à 1200 km d'Alger. Environ 400 km à l'Est de Hassi Messaoud. et a Environ 100 km à l'Ouest de la frontière Tunisienne.

❖ LATITUDE 30°36'31''75 N

❖ LONGITUDE 08°15'57''83 E

Le Champ D'huile Rhoude El Khrouf RKF (GROUPEMENT SONATRACH CEPSA) est délimité par :

- Au Nord : Terrain vague
- Au Sud : Terrain vague
- A l'ouest : Terrain vague
- A l'Est : Terrain vague

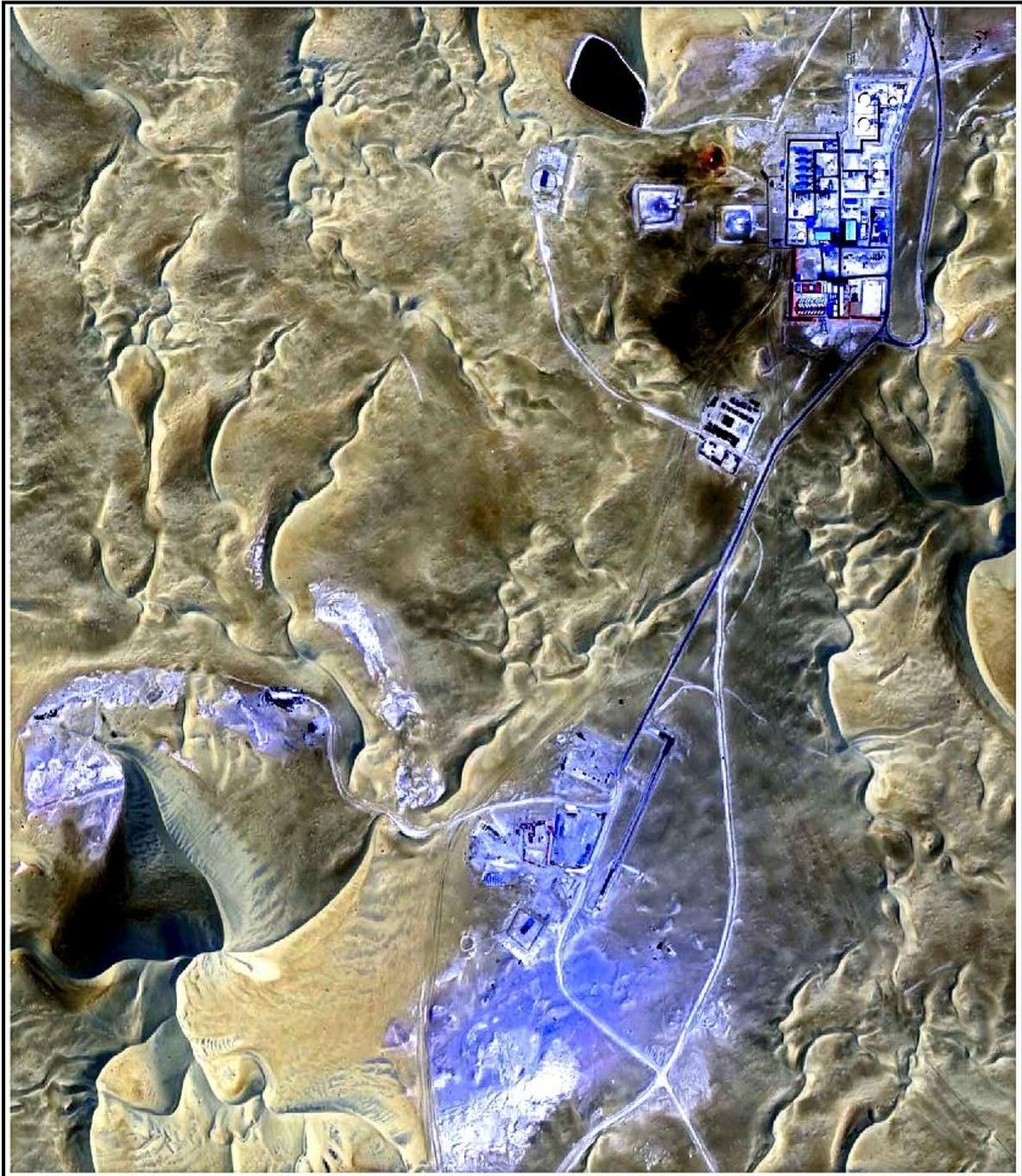


Figure II-3: Vue Aérienne Du Champ D'huile RHOURE EL KHROUF *RKF*[13]

II.4 Environnement de bassin :

II.4.1 Données climatiques :

Région d'étude est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation, et une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème[13].

II.4.1.A Les Précipitations :

Les précipitations dans cette région sont généralement faibles, peu fréquentes et irrégulières.

Il en ressort que l'année 1996 est l'année où il a le plus plu avec un taux de 69,9mm.

Les quantités de pluies qui se sont abattues et enregistrées au niveau de la station de Hassi Messaoud restent très limitées comme il est indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau II-1: Les précipitations annuelles (années 1999 à 2008)[13].

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Précipitation en mm	2,7	69,9	6,8	15,5	17,6	13,7	6,6	13,20	0,2	38,5

II.4.1.B Températures :

Les températures moyennes mensuelles enregistrées au mois le plus chaud (juillet) sont de 48° C à Touggourt et de 50° C à Hassi Messaoud. Alors que celles du mois le plus froid (janvier) sont de 10,8° C à Touggourt et de 9,7° C à Ouargla.

Les moyennes mensuelles enregistrées au niveau de la région d'étude sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II-2 :Moyennes mensuelles des températures relevées dans la région d'étude[13].

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tôt
Temp °C	10	13	17	23,8	28	31,8	31,3	31	28,6	26,2	16,3	10,7	22,3

II.4.1.C Les vents :

Le Sirocco (vent chaud et sec) peut être observé à toute époque de l'année.

C'est l'un des plus importants des paramètres à prendre en considération dans l'évolution dynamique de la région étudiée, Il représente l'équivalent des pluies pour le nord du pays, comme facteur d'érosion, de transport et d'accumulation.

Les vents les plus fréquents, dans cette région saharienne, sont ceux d'Est et de Sud-Est. Ils sont généralement faibles à modérés, mais leur vitesse peut atteindre et parfois même dépasser les 120 km/h. Les vitesses moyennes enregistrées sur une période de 10 ans (2000-2010) sont données dans le tableau ci-dessous par mois et en m/s[13].

Tableau II-3 .Vitesses moyennes des vents dans la région d'étude[13].

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse en m/s	4,7	1,93	2,51	2,81	3	2,84	3,4	3,24	3.16	2,26	2	1,93

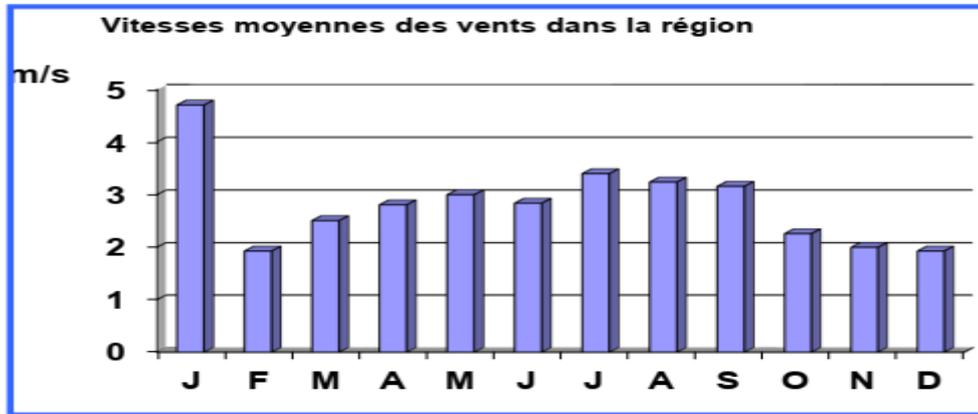


Figure II-5: Vitesses moyennes des vents dans la région[13].

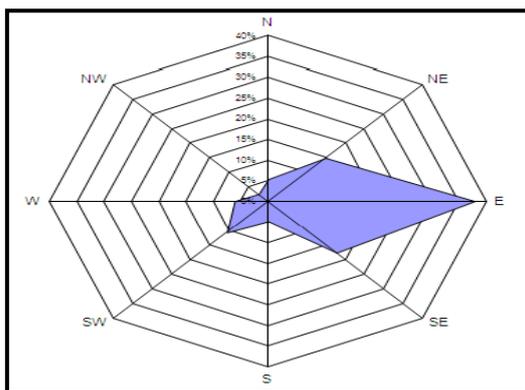


Figure II-6: La Rose des vents Vitesse Maximal (Nœuds)

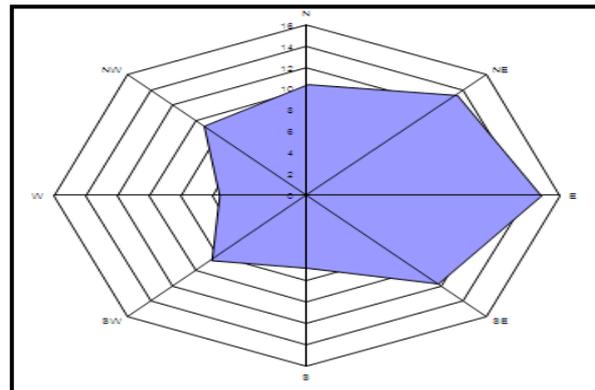


Figure II-7: La Rose des vents Les Vents Dominants

Il apparaît que les vents les plus forts soufflent généralement durant la période de chaleur (Avril – Septembre) avec des pointes en juillet – août. Ce sont des vents du sud-est chauds et secs.

II.4.1.D L'Humidité relative

L'humidité relative enregistre des taux tournant de 23 à 77 %. Alors que l'évaporation est très importante (513m m à Ouargla et 420 mm à Hassi Messaoud).

II.4.2 Environnement biologique

II.4.2.A La Flore

- La région est classée comme Saharienne ou peu couverte de végétation
- La région contient une végétation variée mais rare[13].

Dans la hamada la végétation dominante est une basse plante appelée (Haloxylon articulatum). Dans le reg, la (Zilla macroptera, l'Erigeron bovei et le Retama retam dominant). La végétation existante dans ces habitats devient plus concentrée dans les dayas.

La communauté végétale dans les wadis est principalement composée d'espèces d'arbres tels que : (le Tamarix avec le Retama, les Phragmites, l'Anabasis Erigeron, le Colocytis et l'Arteme).

II.4.2.B Faune

La région contient aussi une faune variée mais rare. L'espèce dominante est le Dromadaire. Comme (le Fennecus zeda, Gazella Dorcas, Cérastes cérastes, Elephantulus_rozetti_macros, Androctonus amoreuxi).

II.4.3 Environnements socio-économiques et culturelles

II.4.3.A Infrastructures

Des installations sanitaires et scolaires, au-delà de celles d'El Borma sont disponibles dans la wilaya d'Ouargla (la région administrative).

El BORMA est desservie par une route à revêtement bitumineux existante qui relie le village aux autres parties de l'Algérie et par une piste d'atterrissage (essentiellement associée aux installations existantes de SONATRACH).

II.4.3.B Voies De Communication

La voie de communication principale menant au site de SH/CEPSA, outre le réseau routier est composée d'une piste d'atterrissage. <L'unique voie terrestre est la RN 53A>

II.4.3.C Utilisation Des Terres Et Emploi

Dans la zone d'étude, les terres sont utilisées presque exclusivement pour des activités liées à l'exploitation des hydrocarbures.

II.4.3.D Population Et Habitat

La population locale Mis à part les personnes directement employées par SONATRACH -CEPSA et qui résident à la Base de Vie, la concentration de population la plus proche du site est celle d'OURHOUD estimée à 1000 travailleurs.

La Population de la commune d'El Borma est de 1 997 habitants, (Source : J.O. DU 10.07.2002) sur une superficie de 47 261 km²

II.4.3.E Les établissements recevant du public à proximité

Le Champ D'huile Rhoude El Khrouf RKF (ASSOCIATION SONATRACH-CEPSA) Se trouve dans une zone totalement déserte et le premier établissement proche c'est

- La base OURHOUD à 17 km
- BRN (AGIP) à 70 km
- HBNS - HASSI BERKINE Nord Sud (SH ANADARKO) à 55 km

II.4.4 Description technique

II.4.4.A Fiche technique

- Raison sociale : GROUPEMENT SONATRACH–CEPSA
- Adresse : Base Ourhoud, 24 février Route de Cina BP 777 - HMD Hassi Messaoud

30 500 Ouargla / ALGERIE

- Tel : 029 74 25 72 / 73
- Fax : 029 74 25 71
- Adresse du Champ : Rhoude El Khrouf- RKF Situé dans le Bassin de BERKINE-Erg Oriental à environ 400 km à l'Est de Hassi Messaoud, à 100 km à l'Ouest de la frontière Tunisienne et à 1200 km d'Alger.
- Tel : 029 75 13 06
- Fax : 029.75.13.01
- Superficie Totale : 35.714,2 Hectares.
- Activité principale : Production de Pétrole (traitement d'huile)
- Installations principales : Usine (CPF), Base de Vie et Puits.
- Nature de la construction : Certains bâtiments ont été construites en dur (briques) d'autres sont des cabines faites en tôle d'acier et bois (cabines sahariennes).
- Date de mise en service : 1996
- Principaux produits mis en œuvre : Pétrole et gaz
- Produits stockés : huile
- Nature : Pétrole, eau traitée par osmose inverse et réserve d'eau brute anti-incendie.
- Capacités de stockage : Pétrole : 19.873 m³ (125.000 bbls).

Eau incendie : 22.000 bbls.

Eau utilités : 10.000 bbls.

Gasoil : 500 bbls.

- Conditions de stockage : Bacs à toit fixe.
- Les effectifs :
- Nombre d'employés permanents :

163 SH en système 4x4, 1 SH en régime famille, 37 Cepsa en Système 4x4, 1 Cepsa en régime famille.

- Nombre d'employés temporaires : 30 EPV en système 4x4.
- Nombre de sous-traitants : 6 Expro en système 4x4, 4 Star Aviation en système 4x4, 56 Eurest en système 4x4, 34 EPV en système 4x4, 20 SMS en système 4x4.
- Approvisionnement en Electricité : Connexion à la sous-station Ourhoud de 220/30 kV.

II.4.4.B Nature de l'occupation

L'occupation consiste en Association SONATRACH –CEPSA- RKF **Situé** dans le Bassin de BERKINE- Erg Oriental à 1200 km d'Alger. Environ 400 km à l'Est de Hassi Messaoud. et a Environ 100 km à l'Ouest de la frontière Tunisienne.

Laquelle est composée de :

II.4.4.C Installations de Production

- Deux trains de séparation, Brut, Eau, Gaz
- Cinq compresseurs de Réinjection de Gaz X-101A...E + un couple de compresseur X-111/112.
- Pression refoulement : 5,500 PSI.
- Débit d'injection par compresseur : 10.7 MMscfd pour le X-101.
- Capacité de stockage de brut : 125,000 bbls.
- Pomperie d'expédition de brut : 2750 bbls/h
- Pipeline de 20" 110 km.

II.4.4.D Installations De Traitement D'huile

- Deux chaînes de séparations d'une capacité unitaire de 14000 BOPD composent l'unité de traitement de brut.
- L'une des deux chaînes (phase-0), dispose en outre d'un séparateur test (V-102).
- La séparation de l'huile s'effectue par gravitations successives sur quatre étages.
- Etage HP à 635 PSI.
- Etage MP à 185 PSI.
- Etage BP à 45 PSI.
- Etage Atm à 2 PSI.
- Le gaz résultat de la séparation est comprimé et injecté dans le réservoir à une pression moyenne de 5000 PSI.
- L'huile est stockée dans trois bacs de stockage d'huile à toit fixe qui ont une capacité totale de 125,000 bbls. L'huile est expédiée à un débit de 2,750 bbls/h à travers la ligne d'expédition de 20" raccordée à l'OD1. Une nouvelle ligne d'expédition 12" à travers le SH/CSTH/HEH est en attente d'autorisation de l'ARH pour la mise sous-produit.
- L'eau produite de la phase de séparation est envoyée vers un bassin d'évaporation installé à 200 m du CPF.
- Bureaux administration., Bassin d'évaporation, Torches, Base vie

II.4.5 Description du Processus de fabrication

La production avait débuté le 28 mai 1996 à RKF1. Par la suite, et vu des résultats obtenus des données après une année et demie d'exploration, il faut développer d'avantage le champ par le forage des autres puits[13].

- Production actuelle : 10,850 bopd
- Nombre de puits producteurs : 17
- Nombre de puits producteurs d'eau : 01
- Nombre de puits injecteurs de gaz : 13
- Nombre de puits WAG (Water/Gas) : 02
- Pompes d'expédition de brut : 2750 bbl/h
- Pipeline d'expédition : 20" (115 Km et 20 km en service) 12" (21.5 km).

II.4.5.A Description Générale

Le principal rôle du centre de production est de faire la séparation d'huile qui provient des puits pour on obtient un brut répond à la norme internationale de commercialisation.

Les normes pour le brut du champ de RKF sont :

- Densité à 15°C comprise entre 0.7949 et 0.8105.
- B.S.W (Basic and Sédiment Water) est inférieure ou égale à 0.5% en volume.
- Salinité (teneur en sel) est inférieure ou égale à 40mg /l.
- Tension de vapeur (TVR) à 37.8°C est inférieur à 10.66 PSI.

Le brut arrive des puits par les pipelines passe au manifold (regroupement des tous les puits producteurs et injecteurs), au niveau de cette dernier, il y a les ESDV (Emergency Shut Down Valve), ou les vannes d'arrêt d'urgence qui sert à l'isolation de l'usine de tous les puits au cours d'un arrêt total ou d'une situation urgente. Par la suit le brut passe vers la zone de séparation par la ligne HP (haut pression) ou MP (moyenne pression) ou LP (basse pression).

Il y a aussi une autre ligne Test pour prend un puits au test (connaitre la quantité de gaz, huile et eau dans les puits). Après les quatre étapes de séparation de hautes pressions à basse pression par différence de densité (eau-huile-gaz), en va voir le brut net avec le minimum de gaz et d'eau, qui sera stocké dans les bacs de décantation pour l'expédition.

II.4.5.B Les unités de l'usine

A- L'unité de séparation

Elle se compose de deux phases parallèles (deux bloc identique), chaque phase est constituée de quatre étapes de séparation par détente (de haute pression à basse pression)[13].

- Phase 0 : contient (V-101, V-103, V-104, V-105) et le H-103, E-103.
- Phase 1 : contient (V-106, V-107, V-108, V-109), et le H-107, E-107.
- Il y a le séparateur V-102 c'est un séparateur test situe avec la phase 0.

Tableau II-4: donnée technique d'unité de séparation[13]

Séparateurs (Tag N)	Description	Capacités
V-101 / V-102 / V-106	Séparateurs haute pression (HP)	37.41 M3, 48 BAR
V-103 / V-107	Séparateurs moyenne pression (MP)	37.41 M3, 48 BAR
V-104 / V-108	Séparateurs basse pression (BP)	74 M3, 5 BAR
V-105 / V-109	Séparateurs flash (pression atmosphériques)	11.2 M3, 5 BAR
V-111 / V-112	Ballons verticaux moyenne pression	1.81M3, 10.2BAR
V-110	Ballon vertical haute pression	4.8 M3, 48.26BAR

La pression dans chaque étape de séparation est le suivant :

- 1ère étape : V-101 et V-106 p=640 PSIG (HP).
- 2ème étape : V-103 et V-107 P=180 PSIG (MP).
- 3ème étape : V-104 et V-108 p=40 PSIG (LP).
- 4ème étape : V-105 et V-109 p=5 PSIG (ATM).

D'après la pression de chaque puits il y a :

- HP entrée dans les séparateurs V-101(phase 0) et V-106 (phase1).
- MP entrée dans les séparateurs V-103(phase 0) et V-107 (phase1).
- LP entrée dans les séparateurs V-104(phase 0) et V-108 (phase1)

L'huile qui sort de V-101 et V-106 et V-102 (dans le cas d'un puits HP) entré dans les échangeurs de chaleur (H-103 pour phase 0 et H-107 pour phase 1) pour un préchauffage de pétrole pour augmenter sa température qui favorise le dégazage, l'huile entre dans le coté calandre de l'échangeur. Après ça entré dans V-103 (phase 0) et V-107 (phase 1), avec les puits MP.

L'huile qui sort de V-103 et V-107 et V-102 (dans le cas d'un puits MP) entré dans les Burner séparateur V-104 et V-108 avec les puits LP.

L'huile qui sort des Burner séparateur V-104 et V-108 entre dans les séparateurs atmosphériques V-105 et V-109. La sortie huile de ce dernier est envoyé vers les bacs de stockage T-205, T-206 et T-207 par les pompes P-103A et B (phase 0) et P-104A et B (phase 1).

Le gaz qui sort des séparateurs V-101 et V-106 est envoyé vers le ballon séparateur V-110 pour la récupération du condensat, puis passe vers le 3ème étage des compresseurs X-101A, B, C, D et E et 1ère étage du compresseur X-112.

Le gaz qui sort des séparateurs V-103 et V-107 est envoyé vers le 2ème étage des compresseurs X-101A, B, C, D et E et 2ème étage du compresseur X-111.

Le gaz qui sort des Burner séparateurs V-104 et V-108 est envoyé vers le ballon séparateur V-111(phase 0) et V-112(phase 1) pour la récupération du condensat, puis envoyer vers le 1er étage des compresseurs X-101A, B, C, D et E et 1ère étage du compresseur X-111.

Le gaz qui sort des séparateurs V-105 et V-109 est envoyé vers les compresseurs X-110 pour comprimer jusqu'à la pression MP, après envoyer vers les séparateurs MP.

L'eau de chaque séparateur est envoyée vers le back T-101 pour la récupération du condensat, puis vers le bassin d'évaporation.

B- L'unité de compression et réinjection de gaz

Elle a pour but de compresser le gaz récupéré de séparation afin de réinjection dans les puits avec une pression de 5100 PSIG[13].

Dans cette unité on trouve 7 compresseurs pour la compression de gaz produite de la séparation, ce dernier est réinjecté dans le gisement pour augmenter la durée de vie d'un puits.

Les compresseurs X-101A, B, C, D et E avec un moteur marchent avec le fuel gaz avec quatre étages de compression, et les deux compresseurs X-111 et X-112 avec un moteur Electric et avec trois étages de compression.

Les 5 compresseurs X-101A, B, C, D et E ; chaque compresseur avec 4 étages décompression. Elles augmentent la pression jusqu'à la pression de gisement.

- 1ère étage : 40 PSIG 180 PSIG.
- 2ème étage : 180 PSIG 650 PSIG.
- 3ème étage : 650 PSIG 1750 PSIG.
- 4ème étage : 1750 PSIG 5100 PSIG.

X-111 avec 3 étages compression reçoit le gaz des séparateurs bas et moyenne pression.

- 1er étage : 40 PSIG 180 PSIG.
- 2ème étage : 180 PSIG 340 PSIG.
- 3ème étage : 340 PSIG 645 PSIG.

X-112 avec 3 étages de compression reçoit le gaz de haut pression (HP), et augmenter jusqu'à la pression de gisement.

Le gaz provenant des séparateurs à basse pression (V-105 et V-109) est reçu par le compresseur (X-110) et est comprimé en deux étapes. Ce gaz comprimé est envoyé aux séparateurs à moyenne pression (V-103 et V-107), où les composants les plus lourds sont récupérés en tant que brut extra (produit fini), alors que les composants les plus légers sont traités avec le reste des gaz.

Pour les compresseurs X-101A/B/C/C et D ont une capacité de compression de 12 MMSCF/D.

Les compresseurs X-111 et X-112 a une capacité de compression de 20 MMSCF/D

C- L'unité de stockage

✚ Stockage du brut :

Le stockage est l'étape final de la stabilisation du brut, il sert à regroupe toute notre production pour le vérifie et l'expédie dans des normes bien définie.

Le stockage s'effectue principalement dans des réservoirs métalliques, d'une forme cylindrique qui lui donne une bonne résistance à la pression interne et à toit fixe.

Le brut est stocké dans trois bacs à toits fixes d'une capacité totale de 125000 barils, les bacs T-205 et T-206 pour le stockage du brut repend à la norme de transport et l'autre bac T-207 pour le brut ne reprend pas à la norme de vente et de transport.

Il y a trois conduites principales qui entrent dans le bac, une pour la production, l'autre pour l'expédition et la troisième pour le transfert du brut de bac à bac. Il y a aussi une autre ligne située au fond du bac pour le drainage (lorsqu'on veut vider le bac complètement).

Une 4ème ligne pour la sortie gaz vers le système torche. Ce gaz est dans le bac pour assurer la protection de ce dernier de l'implosion lorsqu'il y a expédition, lorsque la pression monte au-dessus, il y a un « pressure valve » qui s'ouvre pour libérer le gaz vers la torche. Le tableau suivant donne les paramètres des bacs :

Tableau II-5: Les paramètres des trois bacs de stockage du brut[13].

Bac	Diamètre (pieds)	Hauteur (pieds)	Capacité (barils)	Matériel
T-205	90	48	500000	Acier ASTM A-283 Gr-C
T-206	90	48	500000	Acier ASTM A-283 Gr-C
T-206	60	48	500000	Acier ASTM A-283 Gr-C

Stockage de l'eau

Il y a cinq bacs de stockage d'eau T-301, T-303, T-201, T-202 et T-203 et 2 unités de traitement d'eau X353 et X354 qui travaillent par la technique osmose inverse.

T-301 : bac de stockage de l'eau brute, T-303 : bac de stockage de l'eau traité T-201 et T-202 et T-203 : stockage de l'eau utilise en cas d'incendie.

D- Les utilités

Le terme utilités désigne : d'une part des moyens généraux nécessaires au fonctionnement d'une raffinerie ou d'une installation industrielle tels que l'eau, l'électricité, la vapeur haute et basse pression, le gaz, l'air comprimé. Et d'autre part l'ensemble des installations permettant de les former et de les distribuer là où ils sont nécessaires[13].

L'unité de fuel gaz (unité de traitement de gaz)

L'unité se compose de deux phases parallèles (phase 0 et phase 1).

C'est une unité de transformation du gaz de haute pression (refoulement du troisième étage de compresseur) ou le gaz HP de séparation, pour enlever les impuretés dans le gaz. Elle a pour but est assure le fonctionnement des installations à gaz réchauffeurs :

- 1- Pour alimenter les moteurs des compresseurs X-101 A, B, C, D et E et le compresseur X-110.
- 2- Pour alimenter le pilote de la torche.
- 3- Pour occuper le vide dans les bacs de stockage.
- 4- Pour les fours H-103 et H-107 et les Burner des séparateurs V-104 et V-108.

Le principe de cette unité est la détente de pression de 1700 PSIG à 250PSIG. Le procédé utilisé est l'adsorption sur les tamis moléculaires. Dans ce procédé il y a deux étapes l'adsorption et la régénération des tamis moléculaires.

❖ Torchère et systèmes de soulagement

La tête de la torchère ramasse les événements et les systèmes de soulagement. Les liquides qui peuvent arriver jusqu'à la torchère sont ramassés par le séparateur d'épuisement de la torchère puis envoyés aux Séparateurs à basse pression (Heater Treaters, V.104 et V-108) grâce au système de pompage correspondant, alors que le gaz coule vers les torchères verticales.

Le système de torchères a été dimensionné afin de gérer le flux total de gaz qui entre dans l'usine, au cas où cet extrême serait nécessaire pendant une brève durée. La purge de gaz dans la torchère évite l'entrée d'air dans le système et maintient une flamme continuellement au bout de la torchère.

✚ L'unité de l'air instrument

Sur un site industriel, l'air comprimé est un fluide ayant plusieurs usages :

- Il sert de fluide moteur pour les instruments de contrôle et de sécurité.
- Il assure le mouvement des tiges de vannes de régulation, ainsi que le positionnement des dispositifs de sécurité (ouverts ou fermés)
- Il est également utilisé en contrôle pneumatique pour moduler, amplifier et véhiculer les signaux de régulation ou de sécurité.
- Comme fluide nécessaire à certaines opérations de maintenance ou de démarrage.

Elle a pour rôle de générer l'air à partir des compresseurs, pour la réalisation des plusieurs tâches comme la commande des vannes pneumatique et assurer le fonctionnement des systèmes de sécurité

Il y a les compresseurs de l'air instrument sont : C-319A/B, C-321A/B et C-301A/B ; ces derniers aspirent l'air atmosphérique après filtration et comprimé jusqu'à la pression de 80 PSIG. Les compresseurs de l'air utilité sont : X-250A/B,

✚ L'unité électrique

L'énergie électrique est fournie par une ligne électrique 30 KV du Sonelgaz on cas d'une coupure d'électricité il y a 4 générateurs de type différents générateur à gaz et générateur à diesel.

Au niveau du RKF l'énergie électrique est fournie à partir de Sonelgaz avec une tension de 30KV on a une coupure d'électricité on a 4 générateurs (2 générateurs à gaz X-302 X-314) (2 générateurs diesel X-303 X-315) + batterie pour l'alimentation de la salle contrôle et les équipements sensibles.

X-303/X-315 : on cas une coupure d'électricité il déclenche automatiquement il te donne le temps d'intervenir.

X-302/X-314 : on cas un problème qui prend du temps il faut le démarre.

L'unité de traitement d'eau

Le centre de production recevoir l'eau d'un puits d'eaux avec une salinité très élevée, si pour sa on a deux unités de traitement de l'eau X-353 et X-354 avec un système d'osmose inverse et on a deux bacs de stockage, une pour l'eau salle T-301 et l'autres pour l'eau traité T-303.

II.4.5.C Système de commande et régulation

Pour un bon fonctionnement des procédés le système se fait par une boucle de régulation à partir de capteur et transmetteur, le système DCS, convertisseur, actionneur.

le capteur assure la mesure de grandeur physique et envoyer le signale vers le transmetteur qui convertit le signal de mesure sous forme d'un courant entre 4ma et 20ma vers le système DCS afin traiter l'information et envoyer un signal électrique entre 4ma et 20ma vers le convertisseur qui convertie le signal électrique à pneumatique lequel actionné sur l'actuateur qui fonctionne par l'air instrument, il est indispensable pour le fonctionnement des équipements suivants : vannes actuateurs (PCV, LCV, FCV, TCV, PDCV, SDV, ESDV) et les transmetteurs (FT, PT, LT).

II.4.5.D Les principales activités du laboratoire RKF

Le laboratoire contrôle fait partie de la direction exploitation pour faire les analyses. Le laboratoire se préoccupe à vérifié le bon fonctionnement de l'unité en sachant bien interpréter des analyses faites sur différents points d'échantillonnages de l'unité.

A- Programme d'analyses de laboratoire

Pour le pétrole brut

Il est utile de contrôler quotidiennement la qualité du pétrole brut á chaque sortie du dernier circuit de traitement, en procédant aux analyses de la densité, B.S.W (teneur en sédiment et eau, T.V.R (tension de vapeur Reid), salinité et autres si c'est nécessaire[13].

Les analyses se fait à la dernière étape de séparation qu'il ya deux points pour l'échantillonnage pour les deux phases de séparation (phase 0 et phase 1) au niveau de V-105 et V-109 ; ces derniers se font deux fois durant la 24 heures.

Aux bacs de stockage on fait les analyses suivantes :

Après le remplissage d'un bac de stockage, il est nécessaire de le laisser au repos pendant quatre heures pour permettre sa stabilité.

Durant ce temps le laborantin procédera aux analyses de la T.V.R, B.S.W et salinité pour déterminer si le produit est propre pour l'expédier, si cela est le cas, la densité, la température et la jauge seront faites au plus une demi-heure avant l'expédition. Ces mesures seront refaites au plus, une heure après chaque fin d'expédition.

La mesure de la température et la densité de produit stocké avant et après l'expédition il est très important ; pour permettre les calculs des volumes et poids de la production ou de l'expédition.

❖ Les normes de travail utilisées pour les analyses de pétrole brut à RKF :

- Mesure de la densité ASTM D 1298.
- Mesure de la pression de vapeur « REID » des produits pétroliers ASTM D323.
- Détermination de la teneur en sédiments et eau par centrifugation ASTM D1796.

✚ Pour l'eau

Pour les analyses de l'eau on fait les analyses des unités suivantes :

Les tours de refroidissement X-351 et X-355 dont ces eaux sont utilisées pour le refroidissement des compresseurs.

✚ Unité d'osmose inverse (R.O.U X-354)

Pour chaque jour on prend les paramètres de l'unité et vérifie que les produits qui utilise au niveau de l'unité n'est pas inférieur à 25L pour chaque produit injecté. Il y a quatre produits sont les suivants :

- 1- Hypochlorite de sodium (NaClO) (eau de javel à 12°), il est utilisé pour éliminer les bactéries qui ont trouvé dans l'eau.
- 2- Meta-bisulfite de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) (SMBS), on utilise ce produit pour l'élimination de chlore.
- 3- Anti-scalant pour l'élimination des calcaires (CaCO_3) avant la précipitation sur les membranes.
- 4- Soude caustique (NaOH à 30%) pour le réglage de pH de l'unité dans l'intervalle 7 et 8.

Il y a autre analyse pour l'eau :

- L'eau de réseau d'incendie (bac T-201, T-202, T-203).
- L'eau traitée par l'unité de traitement des eaux X-354.
- L'eau brute du bac T-301.
- L'eau des rejets industriels.
- Les analyses de l'eau des séparateurs V-102 (séparateur test), V-104, V-101, V-103, V-106, V-107 et V108 sont faites durant leur drainage.

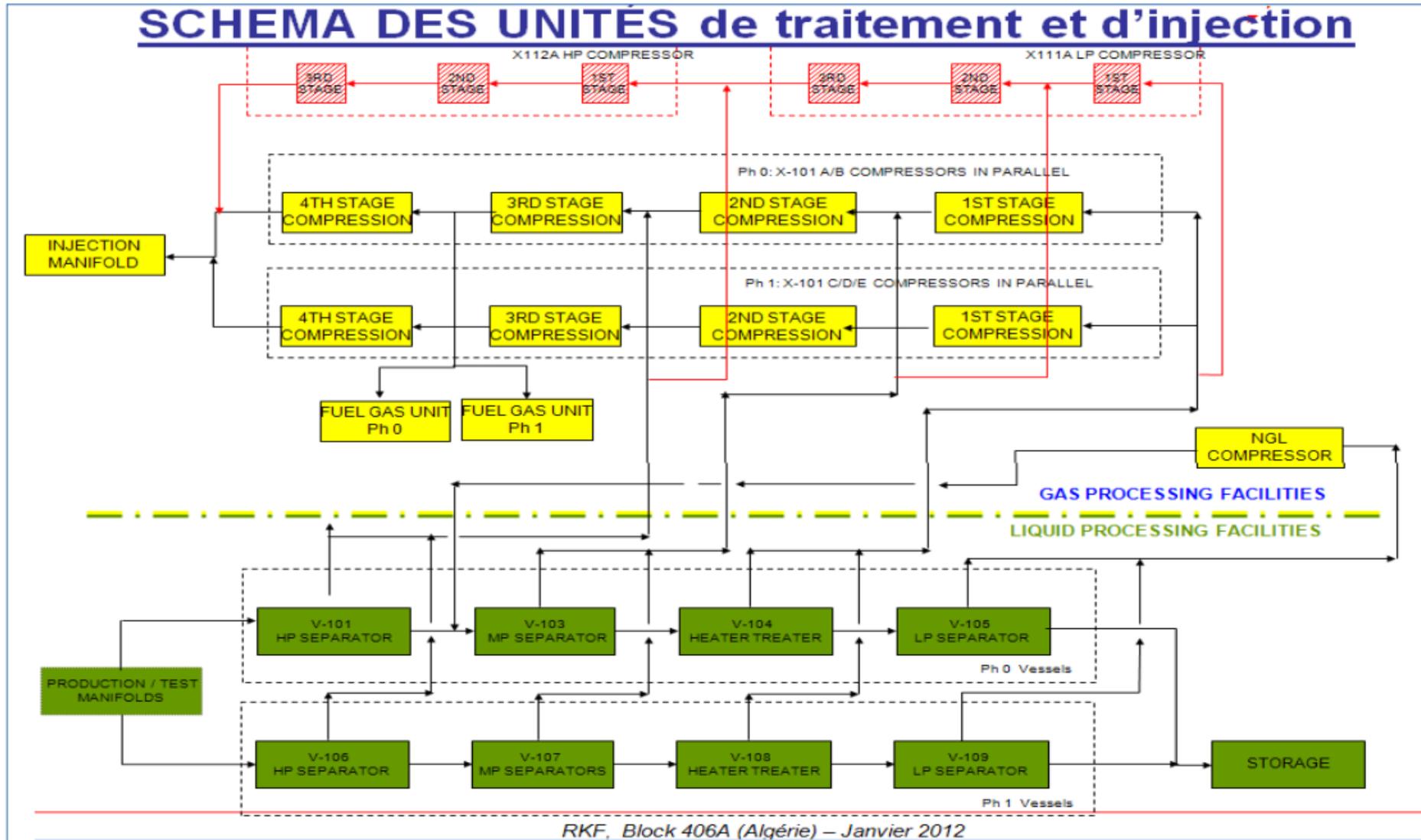


Figure II-9: schéma des unités de traitement et d'injection.

II.4.5.E Systèmes de mousse et d'eau contre les incendies

De l'eau (non potable) est fournie à l'installation centrale de traitement (Central Processing Facility, CPF), grâce à deux puits situés près de l'usine, et en utilisant des pompes de puits submersibles. L'eau extraite est stockée dans les réservoirs d'eau contre les incendies (T-201, T-202 et T-203 avec une capacité de 22.000 barils) et dans le réservoir d'eau pour l'installation (T-301, 10.000 barils). La capacité totale de stockage de l'eau anti-incendie est de 32.000 barils[13].

L'eau contre les incendies est fournie depuis les réservoirs de stockage d'eau prévues à cet effet grâce à un système de pompage composé d'une pompe pour eau contre les incendies avec un moteur électrique, d'une pompe pour eau contre les incendies avec un moteur diesel et de deux pompes « Jockey » pour eau contre les incendies. Toutes les pompes se trouvent sur des plates formes indépendantes, elles sont capables de proportionner un débit de 454,2 m³/h (2000 galons/minute), et elles se branchent automatiquement face à n'importe quelle diminution de la pression du circuit de distribution de l'eau contre les incendies (par ex. quand un hydratant s'ouvre).

De même, des zones avec des conteneurs de mousse sont disposées afin de lutter contre le feu où le brut serait impliqué. De plus, chaque réservoir de stockage est équipé d'une unité générant de la mousse, qui proportionne un débit de mousse suffisant pour attaquer la surface intérieure des réservoirs de brut pendant une durée de 55 minutes. De surcroît, on trouve installé un système d'inondation par eau afin de refroidir les réservoirs de stockage de brut en cas d'urgence.

II.4.5.F Les services de maintenance

A- Service d'électricité

Les principales activités sont les suivants :

- Révision des moteurs électrique.
- Vérification sur disjoncteurs et transformateurs.
- Entretien préventifs des cassettes électriques et des batteries.
- Contrôle les stations électriques.

B- Service instrumentation

Les principales activités sont les suivants :

- Contrôle les vannes automatiques.
- Maintenance préventive sur les instruments.
- Étalonnage des boucles de régulations.
- Installation et remplacement des instruments

C- Service mécanique

Les principales activités sont les suivants :

- Contrôler mécaniquement compresseurs et pompes (lubrification, graissage et vibration...).
- Maintenance préventive par changement des filtres, huile et nettoyage.
- Révision totale des moteurs.

II.4.5.G Service HSE

Département HSE dans groupement RKF, est un département technique ainsi que département du support ; il assure la santé du personnel, la sécurité des installations et la protection de l'environnement. Le département Collabore avec tous les départements pour faire en sorte que le travail soit effectué dans les meilleures conditions, et pour cela le département est divisé en quatre services :

❖ Service Prévention :

Il consiste de 02 chefs de service prévention ; 02 ingénieurs sécurité et 04 techniciens de prévention, Ce service s'assure la sécurité du personnel et des installations et la continuation des travaux avec zéro accident par des différentes actions tels que : système permet de travail, évaluation de risque, sensibilisations du personnel, inspections et audits, procédures et investigations des incidents...

❖ Service Intervention :

Il consiste de 02 chefs de service interventions ; 02 chefs d'équipe interventions, 12 agents interventions et 04 conducteurs interventions. Ce service s'assure la protection du personnel et des installations en cas des accidents ou des incidents, leur travail est de :

- Prévoir les scénarios possibles pour avoir des accidents ;
- Simuler ces scénarios ;
- Vérifier les équipements et les installations d'interventions ;
- Intervenir en cas des accidents et/ou incidents ;
- Secourir et évacuer les blessés ;
- Assister les travaux à chauds et autres...

❖ Service environnement :

Il consiste de 02 ingénieurs environnements, ce service s'assure la protection de l'environnement dans ses trois aspects (sol, air et eau) par des différentes actions tels que : la gestion des déchets, control le traitement des eaux usées et industrielle, control des gaz torchés ainsi que le control de tous les produits chimiques (stockage, manipulations et déchets).

❖ Service Santé :

Il consiste de 02 médecins et 02 infirmiers, Ce service est une clinique équipée afin d'accompagner les travailleurs médicalement (suivi médical, les maladies professionnelles, le control d'hygiène, et le secourisme en cas des accidents et/ou incidents).

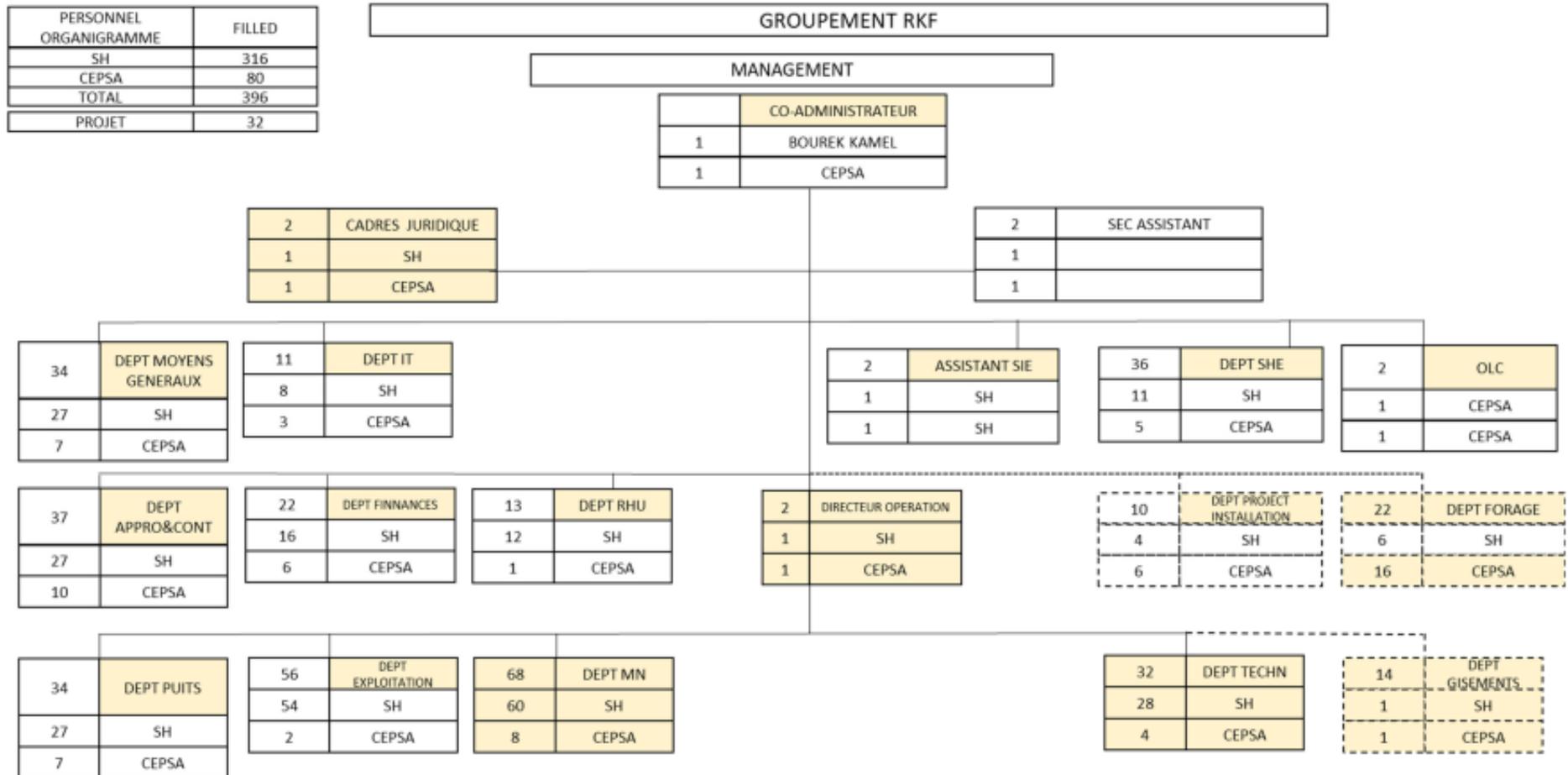


Figure II-10: ORGANIGRAMME DU CHAMP GRFK

II.4.1 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous donnons une présentation générale du champ de RKF ; concerne l'historique, la situation géographique, une description du centre de production et les différentes unités de l'usine. Nous donnons aussi les principales activités du laboratoire de RKF.

Chapitre III : Analyse des risques
et des conséquences au niveau de
l'établissement objet d'étude

III.1 Introduction

L'analyse des risques dans cette mémoire est basée sur la base des données des incidents déjà survenus et c'était possible de se transformer en accidents majeur.

L'objectif de cette analyse est pour modéliser ces scénarios d'incident pour connaître l'impact potentiel sur l'ensemble des travailleurs, à l'intérieur/extérieur de la base de vie et l'impact sur l'environnement et les biens, dans le cas où il se transforme en accident majeur.

III.2 Étapes suivies

Le constat du lieu effectué sur site durant notre stage nous a permis de ressortir les systèmes source d'incidents et d'accidents, pour cela nous avons suivis les étapes suivantes :

- 1- Construire un **tableau des incidents qui déjà survenus dans usine GRKF.**
- 2- Établir une **étude HAZOP sur quelque système dans les zones classe a risque** et qui a généré déjà des incidents par l'utilisation de **logiciel PHAWorks RA Edition.**
- 3- A la base de tableau des incidents qui déjà survenus dans usine GRKF et l'étude HAZOP sur quelque système dans les zones classe a risque, en a sélectionnés des scénarios d'accidents qui peuvent être associés à des pertes de confinements avec un potentiel très probable et significative de transférer à des accidents majeurs pour modéliser.
- 4- Étudier ces scénarios en détails sur un tableau descriptif.
- 5- La dernière étape, c'est la modélisation des phénomènes avec le **logiciel PHAST 8.4.** Pour connaître l'impact potentiel sur la base de vie du site y compris travailleurs et environnement (discuter les résultats et donner des recommandations).

III.3 Analyse des risques et des conséquences

La première étape dans le processus d'évaluation du risque est d'identifier les dangers et les événements critiques qui peuvent donner lieu à un accident majeur de façon directe ou par **effet dominos.**

Les scénarios de dangers majeurs suivants ont été identifiés sur l'étude de danger de GRKF.

1. Rejets d'hydrocarbures de canalisation/équipements de l'usine
2. Fuites des Bacs de condensat feu de bac
3. Fuite d'hydrocarbures de pipeline
4. Asphyxie par écoulement du CO₂/CO
5. Feu électrique ou électrocution
6. Chute d'une certaine Hauteur
7. Accident de véhicule
8. Accident d'Avion
9. Incendie dans un logement
10. Bactéries contenues dans la nourriture ou dans l'eau
11. Terrorisme et agitations civiles

III.3.1.A Analyse d'accidentologie GRKF durant la période allant de juin 2016 au mai 2022

Les résultats d'analyse d'accidentologie de GRKF sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau III-1: Evénements survenus dans les installations existantes de GRKF.

Date	Lieu	Chronologie de l'évènement	Analyse des causes profondes.	Recommandation et actions correctives	Leçons tirés	Barrières de sécurité à prendre en considération par la GRKF pour prévenir des événements similaires.
22/03/2022	Ligne de torche HP	<p>8h :55, le chef de quarte a observé un nuage de sable et de gaz sur la ligne de torche HP « à environ 50 mètres du périmètre CPF et entre les torches HP et LP ».</p> <p>La ligne de torche HP est une ligne souterraine enterrée d'une longueur d'environ 290 mètres à partir de KO Drum à travers HP Flare Stack. La fuite s'est produite à environ 50 mètres de la clôture, à environ 150 mètres des compresseurs et à environ 250 mètres du camp principal.</p> <p>C'était une journée venteuse avec des vents du nord-est au sud-ouest (vents dominants à RKF), exactement dans la direction à travers les torches.</p> <p>Immédiatement, le superviseur de la centrale a évalué la situation et a décidé d'isoler le PSV et de détourner tout le gaz vers la torche LP avant d'activer l'arrêt total afin d'éviter un rejet excessif de gaz par la conduite de torche HP qui fuit.</p> <p>Le chef de quart a demandé à la salle de contrôle d'activer l'alarme d'urgence. Équipe d'intervention dirigée vers l'emplacement pour s'assurer que la centrale est évacuée en toute sécurité.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le PSV a été la première barrière à l'augmentation de la pression au lieu du PVX des compresseurs. (Point de consigne PSV 5500 psi) était inférieur à (point de consigne PVX 5600 psi). 2. conception / construction 3. la canalisation est enterrée avec le sable et l'inspection de routine n'est pas possible. 4. Conception ou construction non sécuritaire. 6. Mauvaise conception des processus 7. Inspections inadéquates des lieux de travail 8. Dangers non identifiés 9. Défaillance d'un élément critique de sécurité 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mettre en place un plan d'inspection du système de torche 2. Régler le point de consigne PIC 101, PVX (5400 psi) sous la pression définie de PSV (5500 psi). 3. Surveillance et mesure de la contrainte des canalisations. 4. remplacer la soupape de dérivation soudée par une soupape de dérivation à bride 5. installer un PSV redondant. 6. Mettre à jour les dessins d'après l'exécution de la ligne de torche. 6. revoir et mettre à jour la philosophie opérationnelle pour s'assurer que tous les scénarios d'urgence sont couverts (y compris les leçons tirées de cet incident). 7. Étude métallurgique de la soudure endommagée. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comme les dessins construits sont essentiels. Achat d'OPIDIS ou similaire & Documenter pour le bon classement de toute la documentation. 2. Remplacement ou réparation des vannes et des PSV à haute pression. 3. De nouvelles lignes de torche devraient être construites au-dessus du sol (avec joints de dilatation) pour permettre une inspection et une surveillance régulières. 4. Le banc d'essai PSV est essentiel. 	<p>Barrières à considérer :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système de détection F&G Gas detector GDIR38 3. Système d'arrêt d'urgence ESD 4. PVX, PSV

15/05/2022	CPF Unité Fuel Gaz	<p>Le 15 mai 2022, à 16 h 15, pendant la visite de routine de l'adjoint au chef de quart dans le CPF, il a observé une fuite de gaz à l'unité de gaz combustible PH01 en amont de la vanne de dérivation (dérivation des sécheurs X-318A/B).</p> <p>Cette vanne passe depuis longtemps c'est pourquoi lors de la dernière inspection réglementaire de l'unité FG réalisée en mars 2022, cette exploitation a conservé l'isolation positive installée en amont & en aval de cette vanne.</p> <p>Après vérification et évaluation de la fuite de gaz par la direction, il a été décidé de réparer la fuite de gaz en suivant les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puits produits fermés. 2. Arrêter tous les compresseurs. 3. L'Arrêt H-103/107. 4. L'Arrêt V-104/108. 5. Arrêt de X-110. 6. Isoler et dépressuriser l'unité FG no 1 (X-318). 7. Serrer la bride qui fuit. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. manque de supervision. 2. manque de communication. 3. Il n'y a pas de liste de contrôle pour la fin de l'opération. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chaque ouverture du capot remplace le joint conformément à la procédure standard. 2. Appliquer (équipe pour le serrage et une autre pour le contrôle). 3. Examiner la carte de sécurité (emplacement GDIR) par un tiers party. 4. Retirer le clapet de dérivation du gaz carburant et installer deux brides. 	<p>N'utilisez jamais d'équipement non homologué, respectez les procédures standard (serrage, changement de joint à chaque ouverture).</p>	<p>Barrières à considérer :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système détection F&G Gas detector 3. Système d'arrêt d'urgence ESD
25/05/2022	La ligne d'expédition PK-96	<p>Le 19 mai, le manager technique demande une analyse de la sécurité des travaux d'excavation à côté de MOL à 4 points après le rapport d'inspection PIG intelligent de LIN SCAN.</p> <p>Le lendemain d'une réunion pour la préparation de l'évaluation des risques, l'identification des dangers et la mise en place de mesures préventives,</p> <p>Le 23 mai à 6 h 32, le service technique ouvre un PTW sous le numéro 16700 pour commencer le travail, après mobilisation de l'excavatrice et de l'équipe et pendant ont vu que le sable est humide et contaminé ils demandent au conducteur de l'excavatrice de séparer le sable contaminé, après cela, ils arrêtent les travaux.</p> <p>Le jour après 24-05-2022, le service technique renouvelle le permis d'excavation et, après la visite du site par le service technique, le responsable des opérations avec le responsable EXP, l'ingénieur HSE et le technicien, ils voient la fuite. Cela apparaît après la période de l'expédition.</p> <p>Le 25, après la rencontre et la préparation d'une évaluation des risques, il a été décidé d'excaver une fosse avec une doublure pour récupérer la fuite et après</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mauvais désigne 2. absence de procédures écrites. 3. Supervision et gestion inadéquates 4. Conception ou construction non sécuritaire 5. Planification des tâches insuffisante 6. Inspections inadéquates des lieux de travail 7. Absence de procédures écrites 8. Manque ou mauvaise communication 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mettre un plan d'inspection dans la conduite principale de pétrole. 2. Vérifier tous les points de croisement et mettre le revêtement (enrobage) s'il n'existait pas. 3. Communiquer avec les autres groupements de la région pour respecter la procédure de franchissement routier. 4. Remplacer tous les points de défectuosité le plus que possible. 5. Récupérer tout le sable contaminé pour éviter l'infiltration dans le sol. 	<p>Vérifier tous les passages à niveau le plus rapidement possible, afin d'éviter que ce type d'incident ne se reproduise, et s'il existe un passage à niveau, il est nécessaire d'inspecter ces points.</p>	<p>Barrières à considérer :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système d'arrêt d'urgence ESD

	cela creuser derrière la canalisation pour fournir plus d'accès au point de fuite pour l'inspection, par rapport au point de rapport LIN SCAN, et le nettoyage de la surface pour mettre les pinces pour chaque point.					
18/08/2021	CPF Unité Fuel Gaz / heater X-308	<p>À 1 h 32, on a remarqué une fumée sur le réchauffeur X-308 du Fuel Gas Unit. Un détecteur de gaz (GDIR 38) a détecté la fumée et l'alarme a été déclenchée dans la salle de contrôle. Une panne d'électricité survient (déclenchement de l'alimentation) phase 0. Le chef de quart appelle directement l'agent de sécurité qui a établi directement les tuyaux d'incendie aux fins d'intervention et, après avoir appelé l'équipe de maintenance, décide de contourner l'arrêt et d'isoler le réchauffeur X-308 qui était sur une surchauffe (résistance n'a pas coupé), après qu'ils démarrent le chauffage X-318 phase 01.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actionneur bloqué. 2. manque d'entretien. 3. conception / construction 4. Supervision et gestion inadéquates 5. Pratiques d'embauche inadéquates équipement inadéquat. 6. Manque de matériel adéquat et de gestion des stocks 	<ol style="list-style-type: none"> 1. la conception du processus. 2. Maintenance préventive pour toutes les mêmes vannes automatiques sur le CPF. 	<p>L'importance d'avoir bien identifié le mécanisme potentiel d'endommagement de l'équipement. Inspecter en conséquence les dommages au mécanisme à éviter pour conduire à tout incident et/ou accident.</p>	<p>Barrières à considérer :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système détection F&G Gas detector GDIR38 3. Système d'arrêt d'urgence ESD
02/12/2021	CPF, ligne PV- Manifold RKF-21	<p>20 h 30 L'un des détecteurs de gaz (GDIR-016) de PV manifold a détecté une grande quantité de gaz, ce qui a entraîné l'arrêt d'urgence. Tous les ESDV de la ligne de flux étaient automatiquement arrêtée et le CPF arrêtée totalement. L'agent d'intervention et le superviseur de l'usine ont visité la zone où le détecteur a été activé et se sont promenés dans la zone à l'aide du détecteur de gaz portatif pour voir d'où venait le gaz, mais rien n'a été détecté, ni les détecteurs de gaz fixes dans la zone n'ont montré quoi que ce soit d'anormal. À ce moment-là, on a supposé qu'un faux signal du détecteur aurait activé l'arrêt total. Exploitation a décidé de redémarrer le CPF, et de mettre en service tous les détecteurs fixes et les systèmes de sécurité. Le 3-12-2021 phase de séparation 0. Arrêtée en raison de l'activation d'un détecteur de gaz GDIR 019 (GDIR 019 agit juste sur V-102). La cause de cet incident est un fuit sur la ligne de RK-21 eu PV manifold.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supervision et gestion inadéquates. 2. Conception ou construction non sécuritaire. 3. Planification des tâches insuffisante. 4. Règles de sécurité non appliquées. 5. Dangers non identifiés. 6. Formation insuffisante des travailleurs 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Évaluer la conception du système de dilution de l'eau et déterminer s'il convient au service actuel. Examiner les spécifications de conception et la construction. 2. Examiner et mettre à jour le système PTW. 3. Revoir et mettre à jour la procédure LOTO. 4. Examiner et mettre à jour la procédure de gestion des risques et JSA. 5. Fournir une formation PTW au personnel technique et opérationnel 6. Fournir une évaluation des risques et une formation en JSA au personnel technique et opérationnel 7. Examiner les processus d'identification, de révision, d'essai et d'inspection de l'équipement essentiel à la sécurité. 8. Revoir le plan d'inspection ; déterminer les écarts entre les activités prévues et exécutées et entre 	<p>La gestion du changement est requise pour toute modification affectant les conditions normales d'exploitation. Un système d'assurance des compétences est nécessaire pour assurer la détermination et la gestion appropriées des risques. Le leadership doit veiller à ce que la culture de sécurité soit ancrée au sein de l'organisation et vise l'excellence.</p>	<p>Barrières à considérer :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système détection F&G Gas detector GDIR 019-016 3. Système d'arrêt d'urgence ESD

			<p>les activités prévues et les systèmes de protection requis en place et établir un plan d'action en conséquence.</p> <p>9. Passer en revue la procédure de gestion du changement sur place et le registre connexe pour l'équipement, le matériel, les processus et les changements organisationnels</p> <p>10. Examiner le registre du site des dispositifs de sécurité, de l'équipement temporaire, du registre des morts, des dérogations et des inhibitions, des dispositifs verrouillés, verrouillés et fermés, etc.</p> <p>11. Mettre à jour la philosophie d'exploitation du site en portant une attention particulière à la stratégie de compétence et de formation, aux rôles et responsabilités du personnel, au plan de gestion de l'intégrité et de la maintenance et à la philosophie d'inspection.</p>			
06/01/2019	<p>CPF Unité Fuel Gaz</p>	<p>11h30 : Fuite de gaz (d'environ 50 kg) enregistrée sur le réchauffeur de fuel gaz X-318 lors du démarrage de l'unité. L'alarme s'est déclenchée au niveau de la salle de contrôle suite à la détection du gaz sur site. Le démarrage de l'unité fut arrêté. Après inspection, une fissure fut détectée à côté d'un joint de soudure sur le ballon. L'équipement fut isolé et envoyé à l'atelier pour réparation.</p>	<p>1. Stress thermique et vibration sont des causes possibles de cette défaillance spécialement après une période importante d'exploitation de l'équipement.</p> <p>2. L'inspection faite sur cet équipement ne couvre pas le diagnostics de ces deux modes de défaillances.</p> <p>3. Pas de corrosion interne ni externe sont reportés durant cette inspection.</p>	<p>1. Inspection et réparation du réchauffeur.</p> <p>2. Inspection et analyse des autres équipements dans cette unité (FG) qui sont exposés aux mêmes conditions opératoires et mêmes modes de défaillances.</p>	<p>L'importance de connaître, avec précision, les mécanismes de détérioration à travers toute la durée de vie de l'équipement. Inspection préventive des équipements pour la détection de ces modes de défaillances avant l'apparition pour éviter les accidents et incidents.</p>	<p>Barrières à considérer :</p> <p>1. Procédure d'inspection et de maintenance</p> <p>2. Système détection F&G</p> <p>3. Système d'arrêt d'urgence ESD</p>

<p>22/03/2018</p> <p>CPF Unité de séparation phase 1</p>	<p>08h00 : Fuite de gaz et brute sur une bride de l'échangeur de chaleur E-107, coté calandre, au niveau de l'unité de séparation 1, Echangeur E-107 (Coté tube : huile chaude et coté calandre : huile) L'échangeur a été by-passé et mis hors service. Pour éviter la formation d'un nuage explosif, un jet diffusé est mis en place avec un hydrant du réseau anti-incendie adjacent. L'origine de cet incident est une défaillance dans le système instrumentation de contrôle. L'indicateur de niveau (LV-102-V2) indiquait de fausses valeurs et le gaz passait vers le ballon Moyenne pression (MP) provoquant ainsi une augmentation de pression au niveau de l'échangeur et par conséquence une fuite. Le compresseur et l'unité ont déclenchés. Après investigation, il s'avère que des dépôts sur l'indicateur de niveau type radar ont provoqué cette fausse lecture et n'a pas fermé la vanne de contrôle de niveau en conséquence. Le ballon HP s'est vidé. En parallèle, l'alarme très bas niveau ne s'est pas déclenchée pour actionner l'ESD avant le passage de gaz vers le ballon MP.</p>	<p>1. Problème de maintenance et manque de tests du système ESD pour s'assurer de son bon fonctionnement. 2. Manque de supervision des opérateurs au niveau des installations (Car i y a aussi un niveau à glace disponible sur l'équipement ce qui peut également attirer l'attention de l'opérateur)</p>	<p>1. Serrage et vérification d'absence de fuite sur les brides 2. Vérification et révision du plan de maintenance des indicateurs de niveau type radar. 3. Des réunions pour les opérateurs pour assurer des prélèvements périodiques du niveau au sein des installations et comparer les mesures avec les indications des instruments. 4. Revoir la fréquence ou programmer des tests périodiques du système ESD pour vérifier le bon fonctionnement des systèmes d'arrêt d'urgence.</p>	<p>Besoin de revoir et vérifier le fonctionnement des instruments de sécurité à une fréquence appropriée pour assurer leur bon fonctionnement.</p>	<p>Barrières à considérer : Procédure d'inspection et de maintenance Système détection F&G Système d'arrêt d'urgence ESD</p>
<p>12/02/2018</p> <p>Flow line RKF-12</p>	<p>Observation d'une fuite d'huile sur une section enterrée du flow line RKF-12 juste avant la connexion avec le manifold PV au niveau du CPF (fuite à côté de celle enregistrée le 24.11.2017). La ligne a été isolé au niveau de la vanne ESD et le puits a été fermé et dépressurisé. Une excavation fut entreprise par la suite pour identifier et réparer le point de fuite. La fuite est localisée au niveau d'un coude causée principalement à une corrosion interne et externe. Une petite quantité de sable contaminé est récupérée. La fuite est estimée à 01 bbl.</p>	<p>1. Manque d'inspection / Point de corrosion singulier sur les pipes.</p>	<p>1. Réparation définitive de la ligne par le remplacement d'un tronçon. 2. Développement d'un plan d'inspection et inspection des lignes enterrées dans cette zone (entre les ESDV et le manifold PV) au niveau des points critiques. 3. Remplacement de tronçon, installations de nouvelles lignes selon les résultats des inspections</p>	<p>L'importance de maintenir et inspecter les lignes selon les standards. L'inspection doit se faire avec un mesurage pour assurer / vérifier l'intégrité des lignes.</p>	<p>Barrières à considérer : 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système détection F&G 3. Système d'arrêt d'urgence ESD 4. Injection d'inhibiteur de corrosion au niveau des têtes de puits 5. Protection cathodique sur les pipelines Conduites avec revêtement pour réduire les effets des agents corrosifs externes 6. Patrouilles susceptibles de détecter la corrosion sur les conduites apparentes 7. Contrôle de la composition du fluide</p>

					8. Plan de contrôle des pipelines. Si nécessaire, utilisation des racleurs intelligents pour mesurer l'épaisseur des parois 9. Coupons de corrosion sur les manifolds de production	
02/10/2017	CPF Unité de Séparation phase 1	06h30 : Détection de gaz via un détecteur fixe au niveau de l'équipement X-118. Lors d'une première vérification sur site, aucun signe de fuite n'est observé et l'alarme fut neutralisée. Mais une deuxième inspection dans la zone, une petite fuite fut repérée au niveau de la vanne v-104 (sur son actuateur) installée sur le manifold d'étanchéité. L'unité FG 1 fut arrêtée, isolée et dépressurisée et la vanne remplacée.	1. Vanne en service depuis 2007. Elle n'a jamais fait l'objet d'un remplacement. 2. L'exploitation de l'unité se déroulait sans anomalies au moment de la fuite.	1. Remplacement de la vanne 2. Vérification des vannes similaires pour vérifier l'état de leurs joints.	L'importance et la valeur ajoutée d'un système de détection Gaz fiable et opérationnel (testé et bien entretenu).	Barrières à considérer : 1. Procédure d'inspection et de maintenance 2. Système détection F&G 3. Système d'arrêt d'urgence ESD
06/06/2016	CPF Compresseur X-101 A	Durant la phase de démarrage du compresseur X-101A, une fuite de gaz fut repérée durant la phase de drainage du compresseur vers le ballon torche. Cette fuite est due à un point de corrosion sur la ligne. La ligne de drainage fut isolée, dépressurisée et raclée avec de l'eau. Le point de fuite est situé sous la plateforme bétonnée du compresseur et proche d'une zone d'accumulation de sables et détritrus. Le service Inspection a nettoyé et inspecté la ligne	Non disponible	Non disponible	Non disponible	Barrières à considérer : 1. Procédure d'inspection et de maintenance. 2. Système détection F&G 3. Système d'arrêt d'urgence ESD

III.3.1.B Synthèse de l'analyse d'accidentologie

Suite à notre analyse des accidents et incidents survenus dans l'installation pendant la période d'observation qui s'étale de juin 2016 au mai 2022 nous constatons les résultats suivants:

❖ **Les équipements névralgiques sont :**

- Manifold d'injection de gaz HP
- Manifold de production LP-MP-HP
- Zone de séparation(Phase 0 et Phase 1 «séparateurs v-101-102...v-109)
- La ligne de torche
- Unité de traitement de gaz (fuel Gas)
- Zone de compression de Gaz (compresseur X-101A/B/C/D/E, X-110-X-111-X-112)
- Zone de stockage de pétrole brute (T-205-T-206-T-207)
- La ligne d'exportation de pétrole brute

❖ **Nature de l'évènement :**

Les causes d'incidents les plus savantes dans l'installation sont :

- Fuites ou Rupture (mal serrage des boulons après maintenance) ;
- Corrosion ;
- Vibration ... etc.) ;
- Défaillance d'un système d'instrumentation ;
- Défaillance d'un équipement... etc.

Une fois **les dangers sont identifiés (à partir l'étude de danger)** du projet, l'étape suivante consiste à la sélection des risques avec un potentiel d'accident majeur, qui peuvent être associés à des pertes de confinements (LOC) avec **l'étude HAZOP**(Annexe).

A la base des résultats de la méthode HAZOP(Annexe) et le **Tableau I-1** de retour d'expérience d'incidents a GRKF, aussi de notre effort sur le terrain nous avons sélectionner des évènements critiques d'accidents potentiels en relation avec une perte de confinement, et considérant les conditions d'exploitation les plus défavorables des équipements névralgiques.

Note: Afin de simplifier le traitement des données, nous allons marquer les scénarios, avec des Tags, les phénomènes générés par ces scénarios son ajuter comme des suffixes.

1. Perte de confinement au niveau du manifold d'injection de gaz HP. (**P-C-M-IG**)
2. Perte de confinement au niveau du pipe de l'entrée HP séparateur V-101 (PV Manifold-entrée de séparateur). (**P-C-M-PV**)
3. Pert de confinement au niveau du bac de stockage T-205. (**P-C-B-S_T-205**)
4. Perte de confinement MOL (main export Line). (**P-C-MOL**)
5. Pert de confinement au niveau d'unité d'hydratation de gaz X-318. (**P-C-U-H_G/X-318**)
6. Pert de confinement au niveau de la ligne de torche (**HP. P-C-L-T**)

Une étude détaillée sur ces événements **dans le Tableau I-2.**

Tableau III-2: Étude détaillée d'événements critiques à modéliser.

Scenario retenus	Description du Scénario	Substance	Causes	Possible Conséquences	Mesures de prévention/protection
Scénario 1 (P-C-M-IG)	Perte de confinement au niveau du manifold d'injection du Gaz HP	Liquide de processus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Feu externe 2. Accident véhicule 3. Impact mécanique Corrosion / érosion (interne / externe) 4. Sabotage. 5. Erreur humain 	<ul style="list-style-type: none"> - Feu de torche. - Pollution - explosion UVCE, - Flash fire. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Signalisation et limitation de vitesse 2. Procédures pour levage et circulations des engins Lourds. 3. Maintenance préventive. 4. Rondes ordinaires de l'opérateur. 5. Inspection périodique (vérification de l'épaisseur). 6. Clôtures de sécurité. 7. Système F&G 8. Système de protection contre l'incendie 11. ESD system
Scénario 2 (P-C-M-PV)	ESDV-entrée de séparateur (PV manifold)	Liquide de processus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erreur humain 2. Bouchage du de sortie gaz. 3. Arrivée d'huile à basses température que nécessaire 4. Feu externe sur le séparateur HP. 5. Accident véhicule 6. Impact mécanique Corrosion / érosion (interne / externe) 7. Sabotage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Feu de torche. - Pollution - explosion UVCE, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Signalisation et limitation de vitesse 2. Procédures pour levage et circulations des engins Lourds. 3. Maintenance préventive. 4. Rondes ordinaires de l'opérateur. 5. Inspection périodique (vérification de l'épaisseur). 6. Clôtures de sécurité. 7. Système F&G 8. Système de protection contre l'incendie déluge système. 9. ESD system 10. équipe d'intervention. 11. Cuvette de rétention
Scénario 3 (P-C-B-S_T-205)	Perte de confinement au bac de stockage T-205.	Pétrole brut	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erreur humaine (électricité statique). 2. Accident véhicule 3. Impact mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> - explosion - Feu de nappe, - Pollution. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Signalisation et limitation de vitesse 2. Procédures pour levage et circulations des engins Lourds. 3. Maintenance préventive. 4. Rondes ordinaires de l'opérateur.

			<ul style="list-style-type: none"> 4. Corrosion / érosion (interne / externe) 5. Pas de niveau. 6. Sabotage. 7. Défaillance l'un des vannes. 		<ul style="list-style-type: none"> 5. Inspection périodique (vérification de l'épaisseur). 6. Clôtures de sécurité. 7. Système F&G 8. Système de protection contre l'incendie 9. ESD system 10. équipe d'intervention. 11. Cuvette de rétention
<i>Scénario 4 (P-C-MOL)</i>	Perte de confinement au niveau de la ligne de torche HP.	Gaz Haut pression	<ul style="list-style-type: none"> 1. erreur humaine. 3. Accident véhicule 4. Impact mécanique Corrosion / érosion (interne / externe) 5. Sabotage. 6. Défaillance l'un des vannes. 	<ul style="list-style-type: none"> - explosion UVCE, - Feu de torche. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Rondes ordinaires de l'opérateur. 2. Inspection périodique (vérification de l'épaisseur). 3. ESD system 4. Maintenance préventive. 5. Signalisation et limitation de vitesse sur le croisement avec la route. 6. PSV.
<i>Scénario 5 (P-C-U-H_G/X-318)</i>	Perte de confinement a l'unité d'hydratation de gazX-318	Gaz Haut pression	<ul style="list-style-type: none"> 1. erreur humaine. 3. Accident véhicule 4. Impact mécanique Corrosion / érosion (interne / externe) 5. Sabotage. 6. Défaillance l'un des vannes. 	<ul style="list-style-type: none"> - explosion UVCE - Feu de torche. - Boule de feu. 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Signalisation et limitation de vitesse 2. Procédures pour levage et circulations des engins Lourds. 3. Maintenance préventive. 4. Rondes ordinaires de l'opérateur. 5. Inspection périodique (vérification de l'épaisseur). 6. Clôtures de sécurité. 7. Système F&G 8. Système de protection contre l'incendie 9. ESD system 10. équipe d'intervention. 11. PSV.
<i>Scénario 6 (P-C-L-T)</i>	MOL, la ligne d'expédition de pétrole brut	Pétrole brut	<ul style="list-style-type: none"> Erreur humaine (électricité statique). 2. Accident véhicule 3. Impact mécanique 4. Corrosion / érosion (interne / externe) 5. Sabotage. 6. Défaillance l'un des vannes. 	<ul style="list-style-type: none"> - explosion - Feu de nappe, - Pollution. - Feu de torche 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Signalisation et limitation de vitesse 2. Procédures pour levage et circulations des engins Lourds. 3. Maintenance préventive. 4. Rondes ordinaires de l'opérateur. 5. Inspection périodique (vérification de l'épaisseur). 6. Clôtures de sécurité. 7. Système F&G 8. Système de protection contre l'incendie

III.3.2 Etude détaillée des risques

Le niveau de risque associé aux accidents majeurs est évalué en combinant la **probabilité d'occurrence** avec la **sévérité des conséquences** sur le personnel, l'environnement et les installations.

III.3.2.A Probabilité d'occurrence des scénarios d'accident majeur

La probabilité d'occurrence de chaque accident majeur est calculée à partir de l'**arbre des causes** et en considérant la probabilité de l'évènement initiateur pour la **perte de confinement (LOC)**, et la **probabilité d'ignition et/ou d'explosion**.

- ❖ Dans notre cas les évènements initiateurs pour la perte de confinement (LOC) sont déjà produits, donc nous n'avons pas en besoin de calculer la probabilité d'occurrence de ces évènements et nous allons donc modéliser directement.

III.3.2.B L'évaluation de la sévérité des conséquences sur le personnel, l'environnement et les installations

Les risques des scénarios d'accidents majeurs sont calculés en combinant la probabilité d'occurrence et la sévérité des conséquences sur le personnel, l'environnement et les installations en utilisant la matrice de risque et les critères d'acceptabilité suivants :

Matrice de risque: L'évaluation du risque est réalisée selon les critères ci-dessous fixes par le GRKF.

A- Gravité des conséquences

La sévérité des impacts associés à chaque accident majeur est estimée selon les critères suivants:

- **Impact sur le personnel :** en termes des blessures et /ou fatalités : Ceci est considéré en fonction du nombre des travailleurs présents dans chaque zone affectée.
- **Impact environnemental :** en termes de quantité de produit sortie ainsi qu'en termes d'étendue de l'impact (à l'intérieur ou à l'extérieur des limites du site), l'efficacité des actions de nettoyage et remise en état du site.
- **L'impact relatif aux :** émissions de fumets vers l'atmosphère est considéré comme négligeable car aucune action de remise en état n'est requise.
- **Impact sur les installations:** Ceci est estimé selon le coût des équipements dans les zones affectées.
- **L'impact des boules :** de feu et des feux de flashe sur les équipements n'est pas considéré vue leurs durés très courtes.

Tableau III-3: échelle de gravité de GRKF[13].

Niveau de gravité	Impact sur les personnes (blessés et morts)	Impact sur l'environnement	Impact sur les biens	Impact sur la production
A Négligeable	Blessure légère. Traitement de premiers secours requis.	Pollution mineure ou nulle.	< 10 k\$	< 1%
B Mineur	Blessure mineure. Traitement médical requis.	Pollution modérée, limitée au site (ou à proximité immédiate), avec dommages à court terme et réversibles à l'environnement	10 - 100 k\$	1 – 5 %
C Significatif	Blessure grave et/ou plusieurs blessures mineures.	Pollution significative externe au site, avec dommages à court terme et réversibles à l'environnement.	100 k\$ - 1 M\$	5 – 25 %
D Sévère	1 mort et/ou plusieurs blessures graves.	Pollution majeure externe au site, avec dommages à long terme à l'environnement	1-10 M€\$	25 – 50%
E Catastrophique	Plusieurs morts.	Pollution catastrophique externe au site, avec dommages irréversibles à l'environnement.	> 10 M\$	> 50%

B- Critères d'acceptabilité :

Les critères d'acceptabilité du risque doivent être définis pour permettre une bonne gestion des risques. Les critères ci-dessous sont utilisés pour le projet RKF:

- Les risques bas et très bas sont considérés comme des risques acceptables.
- Les risques moyens et élevés sont considérés comme des risques acceptables si ALARP.
- Les risques très élevés sont considérés comme inacceptables.

		Probabilité				
		Rare 1	Possible 2	Probable 3	Très probable 4	Quasi sûr 5
Gravité	E Catastrophique					
	D Sévère					
	C Significatif					
	B Mineur					
	A Négligeable					

	Risque très faible	Pas d'action.
	Risque faible	Jugée comme acceptable. S'il n'existe pas de programme d'inspection et de maintenance, aucune analyse détaillée n'est requise. Autrement, l'affiner pour trouver le coût optimal.
	Risque moyen	Jugée comme acceptable mais dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible « ALARP », compte-tenu de l'état des connaissances et des pratiques, de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.
	Risque élevé	Un plan d'action requis pour réduire le risque doit être défini.
	Risque très élevé	Jugée comme inacceptable et qui va nécessiter des actions à mettre en place pour limiter la probabilité ou la gravité avec pour objectif de le rendre acceptable jusqu'à un niveau aussi bas que raisonnablement réalisable. Les mesures immédiates requises pour réduire le risque doivent être définies. Par exemple, envisager la réparation / le remplacement de l'équipement.

Figure III-1: matrice de risque de GRKF[13].

C- Les niveaux de vulnérabilités

Les distances d'effets sont calculées selon les niveaux de vulnérabilités des tableaux (I-4 et I-5).

D- Taux d'occupation des zones

Le site du projet RKF est divisé en plusieurs zones avec une certaine densité du personnel dans chaque zone. La densité des travailleurs est choisie par rapport la journée .

Taux d'occupation dans les bâtiments de la base industrielle GRKF durant le jour:

Tableau III-4: taux d'occupation des bâtiments.

N° De zone	Bâtiment	No. Des travailleurs	Heurs travailler	Moyen heures à l'extérieur
Z1	Post de Guard	1	12h	0
Z2	Salle de control	4		2
Z3	Bureaux d'exploitations	20		4
Z4	Atelier maintenance	29		9
Z5	Département HSE	12		3
Z6	Magasin	4		1
Z7	Bureaux techniques	15		7
Z8	Administration	22		1
Z9	Bureau niveau projet	8		1
Z10	Atelier construction	18		7
Z11	Atelier puits	12		8
Z12	Atelier moyen généraux	13		6
Z13	Base de vie	120	24h	5

III.3.3 Modélisation des effets potentiel en cas d'accident

Les conséquences d'un accident majeur sont quantifiées selon l'intensité (distances) que peut atteindre les effets thermiques et de surpressions de l'évènement. Ces distances sont calculées en se basant sur les outils et les règles de modélisation suivantes :

III.3.3.A Logiciel

1. **DNV.GL PHAST** version 8.4 est utiliser pour la modélisation des conséquences.
2. **QGIS 3.24.1** est utiliser pour la référencé géographique des images satellite de site.
3. **Google Earth Pro** est utilisé pour visualiser les fichiers de forme exportés de PHAST. Cela signifie visualiser l'effet de l'accident sur les cartes satellites.

III.3.3.B Conditions Météorologiques Général

Sur la base des conditions météorologiques, dans la description du site nous avons choisi les données suivantes :

- ❖ **Stabilité atmosphérique et vitesse de vent (deux cas) :**
 - **5/D : Stabilité atmosphérique D**, atmosphère stable, avec une vitesse de vent de 5 m/s.
 - Température : 32 °C
 - Humidité : 11%.
 - **F / 2 : Stabilité atmosphérique F**, Stable (E/F), avec une vitesse de vent de 2 m/s.
 - Température : 20 °C
 - Humidité : 40%.
- ❖ **La direction de vent :** Est, à partir la rose de vent du site.
- ❖ **Radiation solaire :** 0.55 W/m².pour 5/D et 0.5 W/m² pour 2/F
- ❖ **Diamètre de la fuite :**
 - Pour chaque scénario un point de fuite sont utilisés généralement nous avons utilisé 25mm.
 - Ou rupture totale de pipe (diamètres de pipe).

III.3.3.C Débit de Fuite :

Le calcul du débit de fuite pour chaque perte de confinement étudiée est basé sur les conditions de process. Il est admis que la fuite à la brèche ne peut en aucun cas dépasser le débit du process pour une longue durée.

Dans le cas où le débit de fuite calculé pour un scénario donné dépasse le débit du process, ce dernier sera pris en compte pour ce scénario. Car même si le débit de fuite dépasse celui du process, ça serait uniquement pour une courte durée (quelques seconds de dépressurisation) et puis il sera réduit pour s'aligner avec le débit du process. C'est pourquoi le débit du process (constant) est pris comme base de calcul pour le model de fuite par le logiciel PHAST.

Pour les fuites à partir du fond des colonnes ou les équipements tel que séparateurs et autres contenant un niveau de liquide, le débit est supposé resté le même jusqu'à la vidange totale du contenu, ensuite le débit sera réduit pour s'aligner avec le débit process. Dans ce cas, un débit moyen sera calculé et utilisé.

Pour les fuites à partir des bacs de stockages, un débit moyen sera considéré.

Pour les fuites en naval des pompes ou un compresseur, le débit de fuite est limité à la capacité maximale de la pompe ou du compresseur. Dans le cas où ces données ne sont pas disponibles, le débit retenu sera 1.5 du débit normal des opérations.

III.3.3.D Hauteur et Direction de la fuite :

La hauteur de fuite retenue à l'emplacement réel sur site de l'équipement, et dans une direction Horizontale pour les fuites en surface. Pour les fuites sur des équipements enterrés, celles-ci seraient modélisées dans une direction Verticale à une hauteur de 0 m.

III.3.3.E Durée de la fuite :

Le calcul de la durée des fuites prend en considération le temps nécessaire pour l'actionnement des systèmes de détection et d'isolation (ESD) en plus du temps nécessaire pour la vidange de l'inventaire de la section isolable.

Le temps de détection et d'isolation est estimé à 30 minutes vue que ce sont des systèmes à actionnement manuel. Le temps maximal de fuite à considérer est de 60 minutes.

III.3.3.F Evaporation à partir d'une nappe d'hydrocarbures :

Suivant une fuite d'un liquide, la nappe se propage jusqu'à ce qu'elle rencontre une barrière (e.g merlon) ou jusqu'à ce qu'elle atteigne une épaisseur minimale définie par le logiciel PHAST, selon le type du terrain (e.g béton). Une étendue maximale de 1500 m² sera considérée selon les recommandations de TNO.

Un temps maximum d'évaporation de 3600 secondes est à considérer. C'est supposé qu'après 60 minutes, l'intervention pour contenir l'incident est concluante.

III.3.3.G Dispersion :

Les critères ci-dessous sont utilisés pour la modélisation de la dispersion :

- Le model de dispersion choisit un temps moyen pour calculer la concentration maximale et la modélisation de la largeur de la plume et de la flamme. Pour les gaz inflammables, la valeur du temps moyen de dispersion est de 18.75 secondes.
- Longueur de rugosité :
 - * Pour le CPF : 01 m (valeurs typiques pour les sites industriels)
 - * Pipelines : 0.03 m.

❖ UVCE :

- Le model TNO (Multi-Energy) est utilisé pour l'estimation des conséquences d'un UVCE.
- Il est supposé que la quantité totale de la masse explosive dans le nuage entre les limites inflammables (LIE & LES) participe à l'explosion.
- L'effet de l'UVCE est considéré uniquement quand la masse inflammable est > 100 kg.

❖ BOILOVER :

La modélisation des conséquences du BOILOVER est réalisée selon le paramètre par default de PHAST.

❖ Donner d'entrer :

Les données d'entrée pour chaque scénario sont résumées sous forme de tableau dans **ANNEXE**, avec les résultats de la modélisation,

III.4 Résultat et discussion

Des simulations sont effectuées sous **logiciel PHAST v8.4** afin de déterminer les zones impactées issues d'une fuite engendrant un Feu De Torche, Un Feu De Nappe, Explosion UVCE, B.L.E.V.E. ...etc.

Les résultats de la modélisation des conséquences pour les scénarios d'accidents majeurs retenus sont résumés sur des tableaux dans présent rapport. Les distances sont calculées à partir du lieu de la fuite.

Distance des effets de vulnérabilité pour chaque scenario d'accident majeur avec deux conditions météorologiques différentes quant applicable (D/5, F/2). Pour les accidents Feu de nappe et Jet Fire, la plus grande distance obtenue à partir de D/5 et F/2 a été considérée dans les tableaux

Les distances sont reportées à partir du:

- Point de fuite pour les feux de nappe, feu de torche, feu de flash, et aussi point de fuite pour les explosions.
- Les points de fuite (120m.204.5m.352m) sont des points choisis à partir le compresseur X-112. C'est points considérés comme faible car il déjà produit des incidents.
- L'évaluation de la sévérité des conséquences sur le personnel, l'environnement et les installations est réalisée en se basant sur les critères du tableau III-3.

Le tableau suivant III- 5. Représenter les résultats de l'évaluation de risque avec les résultats de la modélisation.

Pour les résultats détaillés de modélisation voire **ANNEXE**

Tableau III-5: résultats de l'évaluation des risques

Scenario			Niveau de probabilité	Distance m		Sur les personnes			Distance m		Sur les biens			Sur l'environnement		
				8 KW/m ²	0.14 bar	Niveau de gravité	Niveau de risque	Acceptabilité	20 KW/m ²	0.2 bar	Niveau de gravité	Niveau de risque	Acceptabilité	Niveau de gravité	Niveau de risque	Acceptabilité
P-C-M-IG (ANNEXI)	352 m	F.T	3	78	-	D		ALARP	64	-	B		Acceptable			
		F.F		44					44							
		EX	3	-	201	E		Inacceptable	-	194	E		Inacceptable			
	204.5 m	F.T	3	78	-	D		ALARP	64	-	E		Inacceptable			
		F.F		44					44							
		EX	3	-	198	E		Inacceptable	-	190	E		Inacceptable			
	120m	F.T	3	78	-	D		ALARP	64	-	E		Inacceptable			
		F.F		44					44							
		EX	3	-	129	E		Inacceptable	-	124	E		Inacceptable			
P-C-M-PV	F.T	1	27	-	D		Acceptable	23	-	D		Acceptable				
	EX	1	-	24	C		Acceptable	-	23	D		Acceptable				
P-C-U-H_G/X-318	Rupture catastrophique	F.T	1	99	-	A		Acceptable	79	-	D		Acceptable			
		EX	1	-	308	E		ALARP	-	291	E		ALARP			
		F.N.D	1	42	-	A		Acceptable	30	-	B		Acceptable	E		ALARP
		F.N.R	1	42	-	A		Acceptable	30	-	B		Acceptable	E		ALARP
	Fuite 25 mm	F.T	1	32	-	B		Acceptable	22	-	B		Acceptable			
		EX	1	-	84	B		Acceptable	-	80	E		ALARP			
		F.N.D	1	31	-	A		Acceptable	24	-	E		ALARP	E		ALARP
F.N.R	1	37	-	A		Acceptable	25	-	E		ALARP	E		ALARP		

P-C-MOL	P-208A/B	F.T	4	38	-	A	Acceptable	30	-	A	Acceptable			
		F.N.D	4	28	-	A	Acceptable	18	-	A	Acceptable	C	ALARP	
		F.N.R	4	42	-	A	Acceptable	31	-	A	Acceptable	B	ALARP	
	P-208C	F.T	4	38	-	A	Acceptable	30	-	A	Acceptable			
		F.N.D	4	28	-	A	Acceptable	18	-	A	Acceptable	B	ALARP	
		F.N.R	4	42	-	A	Acceptable	31	-	A	Acceptable	B	ALARP	
	Pig luncher	F.T	4	38	-	B	ALARP	30	-	A	Acceptable			
		F.N.D	4	28	-	B	ALARP	18	-	A	Acceptable	B	ALARP	
		F.N.R	4	42	-	B	ALARP	31	-	A	Acceptable	B	ALARP	
P-C-U-H_G/X-318	Fuite 25 mm	F.T	3	63		E	Inacceptable	56	-	E	Inacceptable			
		EX	3	-	126	E	Inacceptable	-	122	E	Inacceptable			
		B.F	3	89	-	E	Inacceptable	57	-	E	Inacceptable			
	Rupture	EX	3		44	B	Acceptable		37	E	Inacceptable			
		B.F	3	89	-	D	ALARP	57	-	E	Inacceptable			
HP. P-C-L-T	F.T	1	43	-	A	Acceptable	-	-	A	Acceptable				
	EX	1	-	99	A	Acceptable	-	92	A	Acceptable				

F.T : feu de torche. EX : explosion UVCE. F.F : flashe fire. F.N.D : feu de nappe direct. F.N.R : feu de nappe retarde. B.F : boule de feu

Le nombre de scénarios d'accidents majeurs pour l'ensemble des installations du groupement RKF est représenté dans les matrices ci-dessous

Tableau III-6: risque sur les personnes

		Probabilité				
		Rare 1	Possible 2	Probable 3	Très probable 4	Quasi sur 5
Gravité	Catastrophique	1		6		
	Sévère	1		4		
	Significatif	1				
	Mineur	2		1	3	
	Négligeable	7			6	

Tableau III-7: risque sur les biens.

		Probabilité				
		Rare 1	Possible 2	Probable 3	Très probable 4	Quasi sur 5
Gravité	Catastrophique	4		10		
	Sévère	3				
	Significatif					
	Mineur	3		1	3	
	Négligeable	2			6	

Tableau III-8: risque sur l'environnement.

		Probabilité				
		Rare 1	Possible 2	Probable 3	Très probable 4	Quasi sur 5
Gravité	Catastrophique	4				
	Sévère					
	Significatif					
	Mineur				6	
	Négligeable					

III.4.1 Recommandation

- 1- Le besoin de changer la base de vie à l'extérieur de l'usine car elle est très proche (6 scénarios) affecte la plupart du personnel GRKF (seuil de décès).
- 2- Concernant la cuvette de rétention non étanché (10 scénarios) peut provoquer des dégâts irréversibles sur l'environnement, donc l'obligation de cimenter la cuvette de rétention.
- 3- Ajouter un système (Nitrogène blanketing : est un procédé par lequel de l'azote gazeux est introduit dans un réservoir ou un contenant de stockage vide ou partiellement rempli. L'azote prévient l'apparition de réactions chimiques qui peuvent causer des explosions, de l'oxydation ou d'autres effets indésirables) sur les bacs de stockage de pétrole brute.
- 4- Système de Contrôle du Travail à mettre en place pour une gestion efficace des aspects de la sécurité des travaux de maintenance et de construction et l'ensemble des activités sous-traitées. Il doit être développé pour mettre en œuvre des mesures de contrôle et réduire les risques à un niveau acceptable.
- 5- Maîtrise opérationnelle et procédure de maintenance : Disponibilité des connaissances techniques et de la disponibilité de moyen d'aide à la tâche (documentation, procédure et instructions).

III.5 Conclusion General

A travers ce mémoire de Fin d'étude nous avons essayé d'apporter notre appréciation des risques industriels qui guettent notre installation d'un moment à l'autre, pour ce faire nous avons examiné l'étude de danger du site objet d'étude, cela nous a permis de déceler des lacunes qui peuvent être à l'origine de source de danger pour l'installation et ses salariés ainsi que pour son environnement.

C'est dans ce contexte qu'ont procédé à une analyse approfondie des risques. L'analyse par la méthode HAZOP nous a permis de retenir les scénarios les plus critiques qui sont au nombre de six :

- 1- Perte de confinement au niveau du manifold d'injection de gaz HP. (P-C-M-IG)
- 2- Perte de confinement au niveau du pipe de l'entrée HP séparateur V-101 (PV Manifold-entrée de séparateur). (P-C-M-PV)
- 3- Perte de confinement au niveau du bac de stockage T-205. (P-C-B-S_T-205)
- 4- Perte de confinement MOL (main export Line). (P-C-MOL)
- 5- Perte de confinement au niveau d'unité d'hydratation de gaz X-318. (P-C-U-H_G/X-318)
- 6- Perte de confinement au niveau de la ligne de torche (HP. P-C-L-T)

Après qu'on a arrêté les scénarios ils ont été modélisés à l'aide du logiciel PHAST, cette modélisation nous a conduits à déterminer les zones d'effets de flux thermiques et de surpression.

D'après l'analyse les actions à entreprendre sont citées dans les recommandations notamment il faut commencer par les actions très urgentes tel que le changement de l'endroit de la base de vie à l'extérieur de l'usine car elle est très proche des zones névralgiques à retenir que les six scénarios affectent la plupart du personnel GRKF (seuil de décès).

En fin espérant que ce travail contribue d'une manière positive dans l'amélioration de la sécurité de l'installation tout en préservant les vies humaines et l'environnement en générale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Belhadj Fatima Zohra and Djari Maroua, “Analyse des risques liés au stockage atmosphériques des Hydrocarbures,” OUARGLA, Jun. 2017.
- [2] O.salvi, “Outils d’analyse des risques générés par une installation industrielle,” May 2003.
- [3] ISO/IEC 1999, *ISO/IEC Guide 51:1999, Safety aspects -- Guidelines for their inclusion in standards*, 2nd ed. Switzerland, 1999.
- [4] Messaoud ELBEY and BOUTRICHE AYYOUB, “Evaluation Quantitative de L’effet de surpression d’un BLEVE: Cas de L’accumulateur de propane Réfrigérant V302-SH/DP/HRM,” OUARGLA, Jun. 2018.
- [5] BENADJIMI Oussama El khier and BEKADDOUR Brahim, “Evaluation des effets thermiques d’un BLEVE dans la sphère de Stockage Cas de sphère 31G-RD-33-01-A SH/DP/HMD,” OUARGLA, Jun. 2018.
- [6] Ilyas SELLAMI, “ANALYSE QUANTITATIVE DES RISQUES INDUSTRIELS : APPORT DES TECHNIQUES FLOUES ET POSSIBILISTES,” Batna, Jan. 2013.
- [7] ENSPM. IFP, “PHÉNOMÈNES DE LA COMBUSTION. MÉCANISME SIMPLIFIÉ DE LA COMBUSTION,” France, Mar. 2005.
- [8] adjudant-chef Emmanuel HUDON, “SERVICE DEPARTEMENTAL D’INCENDIE ET DE SECOURS DU PUY-DE-DÔME Ressources à Distance Environnements à risque,” Déc. 2007.
- [9] D. Bounie, “Les méthodes d’analyse de risques.”
- [10] F. Kadri, E. Châtelet, and G. Chen, “Method for quantitative assessment of the domino effect in industrial sites,” *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 91, no. 6, pp. 452–462, Nov. 2013.
- [11] 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 Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l’évaluation et à la prise en compte de la probabilité d’occurrence, “ARRTDU~1,” *Nelly Olin*, Sep. 2005.
- [12] Luc Lefebvre, Julie Brodeur, and Jocelyn Lavigne, “VALEURS DE RÉFÉRENCE,” in *Guide toxicologique pour les urgences en santé environnementale*, vol. SECTION A-5, Québec: Institut national de santé publique du Québec. Institut national de santé publique du Québec, 2004, pp. 5–13.
- [13] Mr. Samrouk Toufik, “Etude de dangers groupement Rhoude El-Khrouf,” Sétif, Jan. 2014.

ANNEXE

IV.1.1 Perte de confinement au niveau du manifold d'injection de gaz HP

La perte de confinement à modéliser sur tout la ligne d'injection de gaz (355m) a des points considérés faible, a (352m,204m,120m) à partir de la compresseur X-112, les détails de cette modélisation a résumer dans les deux tableaux suivants, et les résultats sont exprimés à la carte géographique dans les figures.

Tableau IV-1: donne d'entrée pour le scenario P-C-M-IG.

P-C-M-IG	
Données d'entrée	
Substance	HP Gaz
Composition %M	83.11% C ₁ ;13.91% C ₂
Diamètre de Pipe (inch)	8
Débit normal (Kg/s)	6.12714
Température (°C)	55
Pression (bar)	351.633
Diamètre de fuite (mm)	25
Longueur de Pipe (m)	355

Tableau IV-2: les distance des seuils à cause d'une P-C-M-IG.

Point sélectionner et diamètre	Condition métrologique	P-C-M-IG											
		Feu de torche					F.F	Explosion UVCE					
		200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	LII	0.02 bar	0.05 bar	0.14 bar	0.2 bar	0.3 bar
Distance des seuils (m)													
À 120m et 25mm	D/5	37	64	67	78	85	96	44	215	156	129	124	122
	F/2	35	62	66	76	84	94	44.8	215	156	129	124	122
À 204.5m et 25mm	D/5	37	64	67	78	85	96	70	339	241	198	190	184
	F/2	35	62	66	76	84	94	87	284	212	181	175	171
À 352m et 25mm	D/5	37	64	67	78	85	96	44	343	245	201	194	188
	F/2	35	62	66	76	84	94	44.8	285	214	183	177	173

IV.1.1.A Les effets d'une fuite de 25mm sur P-C-M-IG, point de 120m à partir le compresseur X-112

1- Feu de torche :



Figure IV-1: seuils d'effets thermique pour un feu de torche, P-C-M-IG a 120m de compresseur X-112

2- Explosion UVCE :



Figure IV-2: seuils d'effets surpression pour une explosion, P-C-M-IG a point 120m de compresseur X-112

IV.1.1.B Les effets d'une fuite de 25mm sur P-C-M-IG, point de 204.5m à partir le compresseur X-112

1- Feu de torche :



Figure IV-3: seuils d'effets thermique pour un feu de torche, P-C-M-IG a point 204m de compresseur X-112

2- Explosion UVCE :

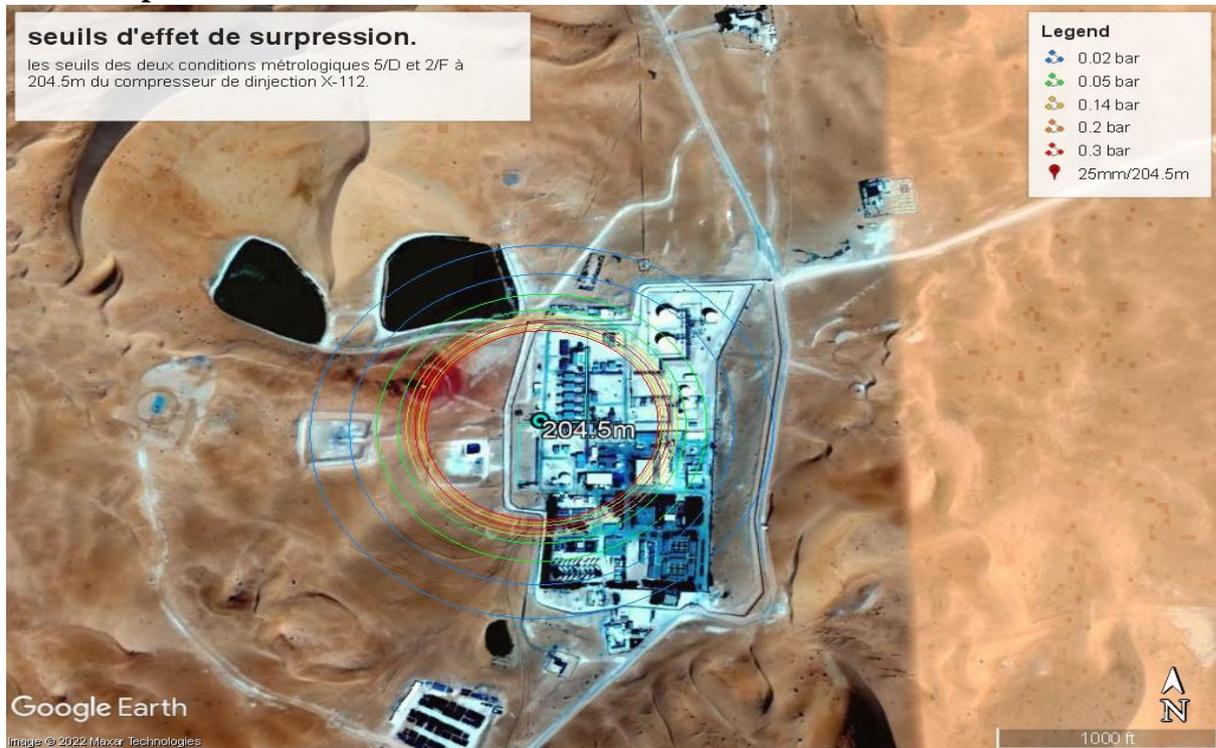


Figure IV-4: seuils d'effets surpression pour une explosion, P-C-M-IG a point 204m de compresseur X-112

IV.1.1.C Les effets d'une fuite de 25mm sur P-C-M-IG, point de 352m à partir le compresseur X-112

1- Feu de torche :

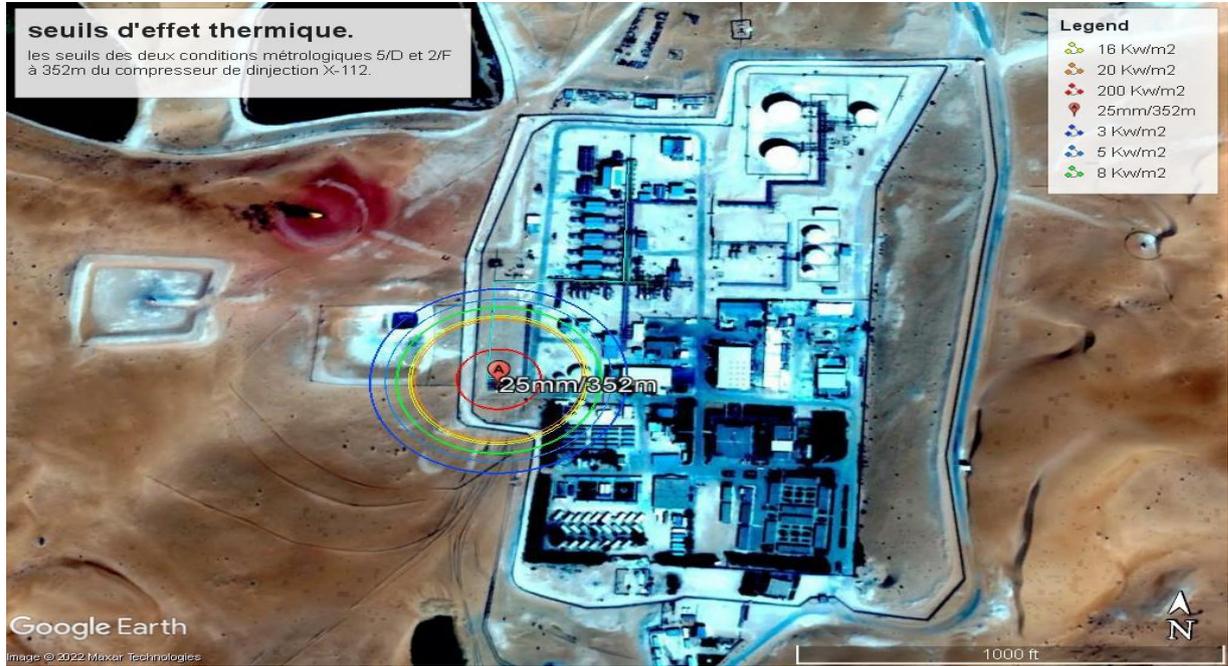


Figure IV-5: seuils d'effets thermique pour un feu de torche, P-C-M-IG a point 352m de compresseur X-112

2- Explosion UVCE :

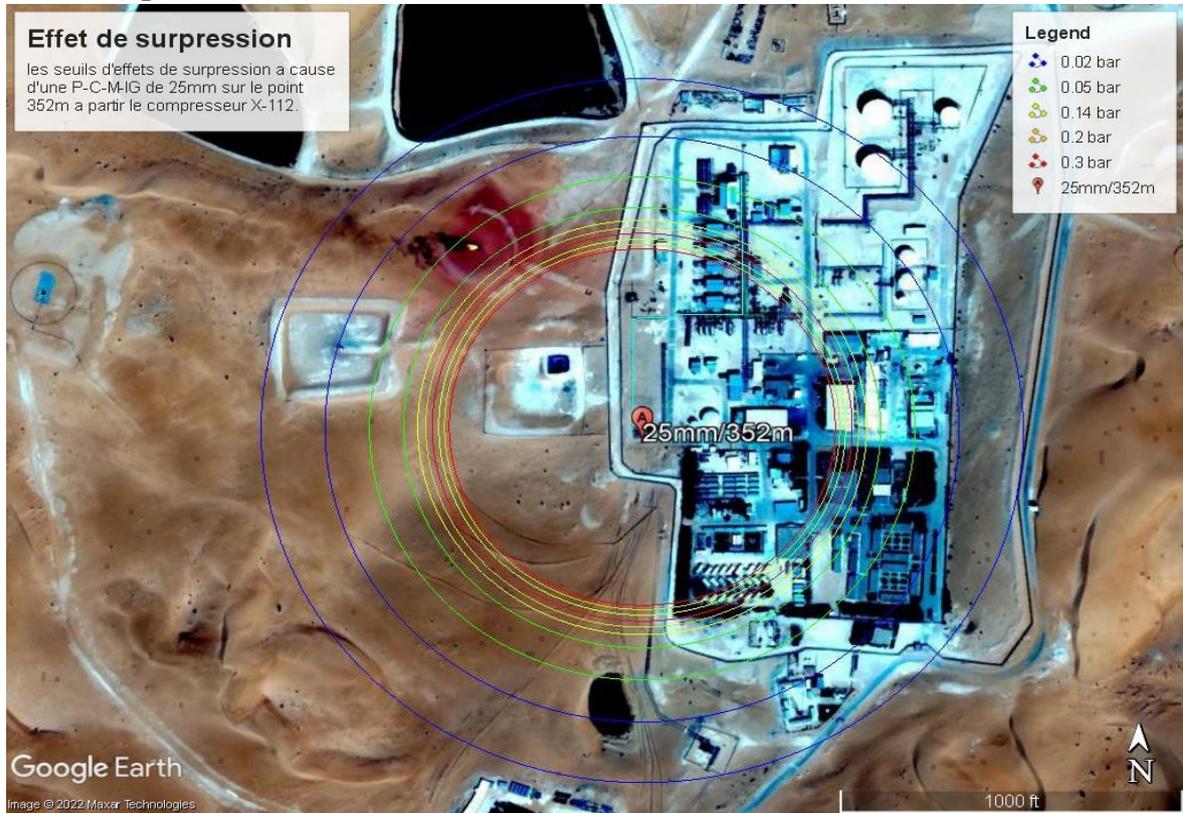


Figure IV-6: seuils d'effets surpression pour une explosion, P-C-M-IG a point 352m de compresseur X-112

IV.1.2 Perte de confinement au niveau du pipe (ESDV jusqu'à l'entrée de séparateur V-101)

Tableau IV-3: donne d'entrée pour le scenario P-C-M-PV.

<i>P-C-M-PV</i>	
<i>Données d'entrée</i>	
<i>Substance</i>	Fluide de production
<i>Composition %M</i>	51.05% C ₁ ;8.68% C ₂ ;4.40% C ₃ ;26.66% H ₂ O
<i>Diamètre de Pipe (inch)</i>	8
<i>Débit normal (Kg/s)</i>	47.6852
<i>Température (°C)</i>	55
<i>Pression (bar)</i>	44.8159
<i>Diamètre de fuite (mm)</i>	25
<i>Longueur de Pipe (m)</i>	165

Tableau IV-4: les distance des seuils à cause d'une P-C-M-PV.

		<i>P-C-M-PV</i>										
		Feu de torche						Explosion UVCE				
<i>Pipe de production</i>	<i>HP</i>	<i>Condition métrologique</i>										
			200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	0.02 bar	0.05 bar	0.14 bar	0.2 bar
		Distance des seuils (m)										
<i>Fuit sur vanne 25mm</i>	D/5	-	23	24	27	29	32	39	29	24	23	22
	F/2	-	22	23	26	28	32	38	29	24	23	22

IV.1.2.A Les effets d'une fuite de 25mm

1- Feu de torche :

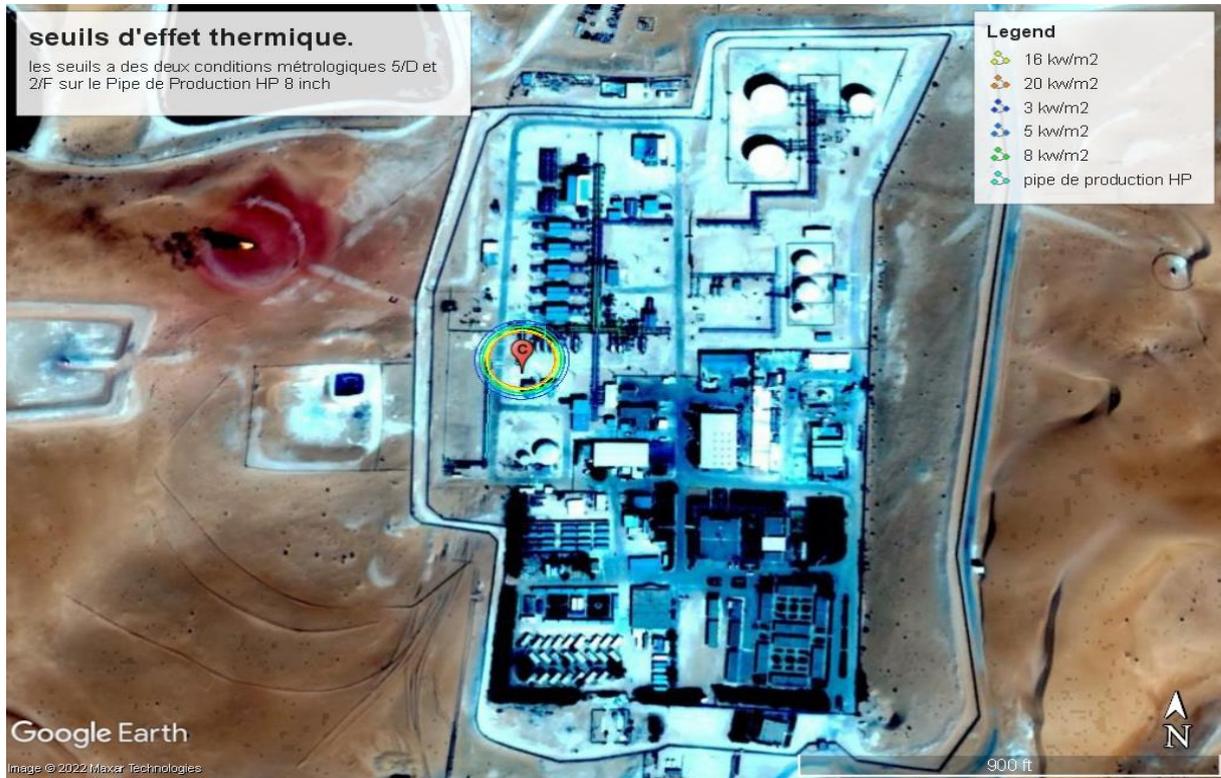


Figure IV-7: seuils d'effets thermique pour un feu de torche, P-C-M-PV.

2- Explosion UVCE :

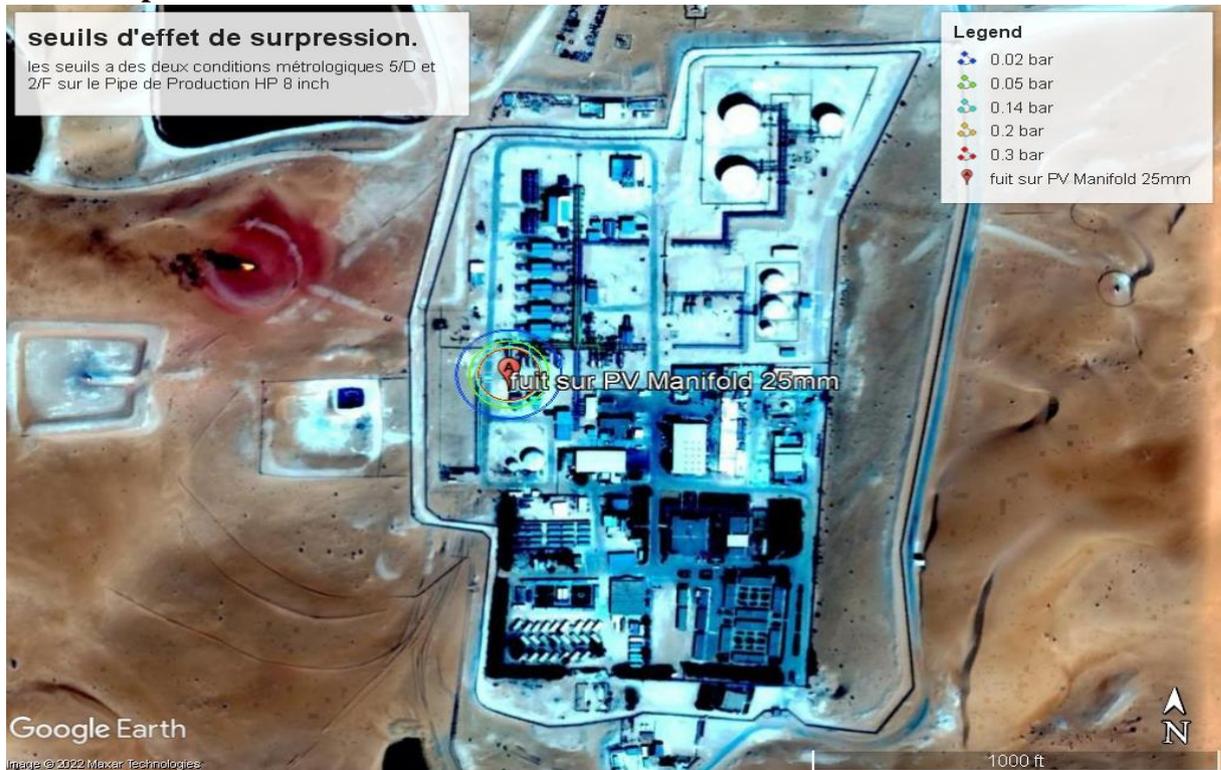


Figure IV-8: seuils d'effets surpression pour une explosion, P-C-M-PV.

IV.1.3 Pert de confinement au niveau du bac de stockage T-205.

Tableau IV-5: donne d'entrée pour le scenario P-C-B-S_T-205.

<i>P-C-B-S_T-205</i>	
<i>Données d'entrée</i>	
<i>Substance</i>	<i>Pétrole Brute</i>
<i>Composition %M</i>	3.58% C ₄ ;17.54% C ₅ ;10.59% n-C ₆ ;11.58% n-C ₇ ;12.43% C ₈ ;7.34% n-C ₉ ;6.02% n-C ₁₀ ;4.39% n-C ₁₁ ;16.30% ; C ₁₂ ;2.94% C ₂₀₊
<i>Diamètre de bac (m)</i>	27.4
<i>Hauteur de bac (m)</i>	14.6
<i>Volume (m³)</i>	7949
<i>Température (°C)</i>	Ambiant
<i>Pression (bar)</i>	Ambiant

ANNEXE 3: Pert de confinement au niveau du bac de stockage T-205

Tableau IV-6: les distance des seuils à cause d'une P-C-B-S_T-205.

Point sélectionner et diamètre	Distance (m) a seuils																							
	Feu de nappe direct						Feu de torche						Explosion UVCE					Feu de nappe retardé						
	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	0.02 bar	0.05 bar	0.14 bar	0.2 bar	0.3 bar	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	
	P-C-B-S_T-205																							
Fuite de 25mm	D/5	-	24	27	31	34	38	-	22	24	32	39	49	159	107	84	80	77	-	25	27	37	46	55
	F/2	-	22	24	29	32	37	-	21	23	31	39	47	96	52	32	28	26	-	24	26	35	43	53
Rupture de Pipe Sinch	D/5	-	30	32	42	51	64	-	79	83	99	114	135	655	415	308	291	275	-	30	32	42	51	64
	F/2	-	28	30	40	49	62	-	78	82	99	113	131	435	279	208	197	188	-	28	30	40	49	62

IV.1.3.A Les effets d'une fuite de 25mm de P-C-B-S_T-205

1- Feu de nappe direct :



Figure IV-9: seuils d'effets thermique pour un feu de nappe direct (fuit de 25mm, P-C-B-S_T-205).

2- Feu de nappe retardé :



Figure IV-10: seuils d'effets thermique pour un feu de nappe retarde (fuit 25mm, P-C-B-S_T-205).

3- Feu de torche:



Figure IV-11: seuils d'effets thermique pour un feu de torche (fuite de 25mm, P-C-B-S_T-205).

4- Explosion UVCE :



Figure IV-12: seuils d'effets surpression pour une explosion (fuite de 25mm, P-C-B-S_T-205).

IV.1.3.B Les effets d'une rupture de Pipe 8 inch de P-C-B-S_T-205

1- Feu de nappe direct :



Figure IV-13: seuils d'effets thermique pour un feu de nappe direct (rupture de Pipe 8 inch, P-C-B-S_T-205).

2- Feu de nappe retardé :



Figure IV-14: seuils d'effets thermique pour un feu de nappe retarde (rupture de Pipe 8 inch, P-C-B-S_T-205).

3- Feu de torche :



Figure IV-15: seuils d'effets thermique pour un feu de torche (rupture de Pipe 8 inch, P-C-B-S_T-205).

4- Explosion UVCE :

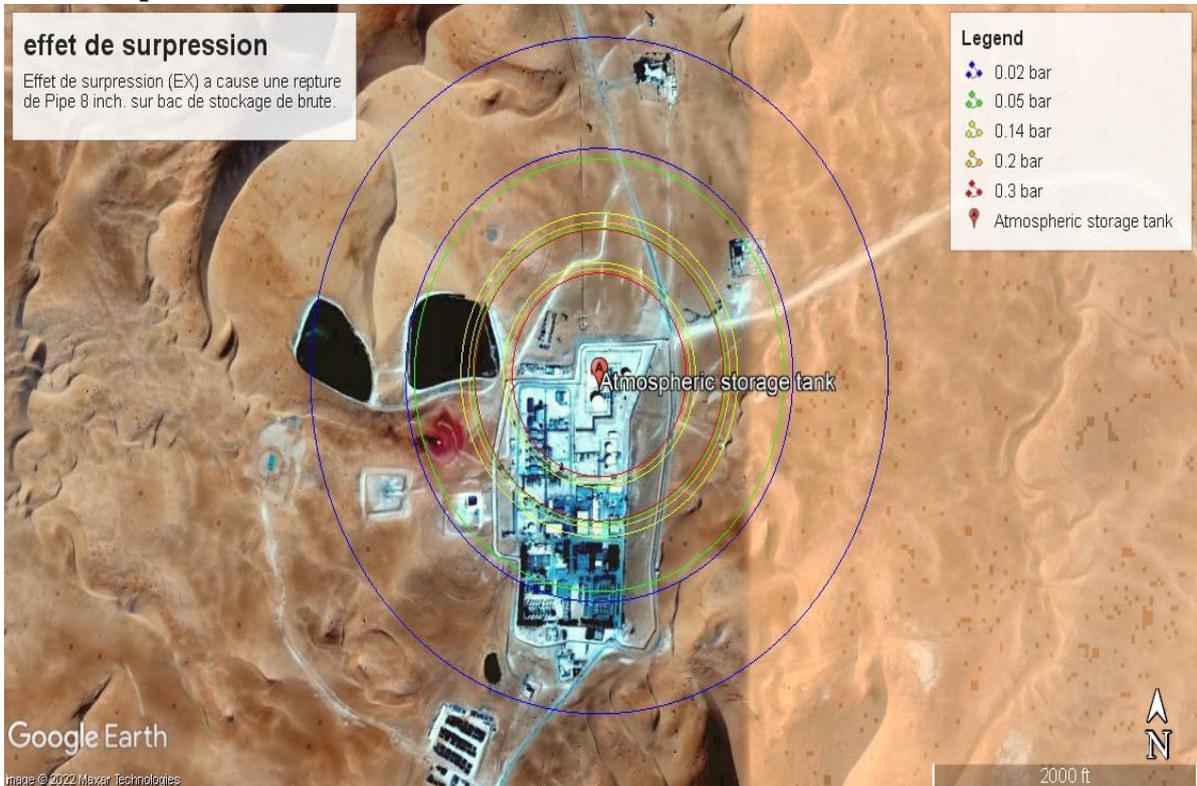


Figure IV-16: seuils d'effets surpression pour une explosion (rupture de Pipe 8 inch, P-C-B-S_T-205).

IV.1.4 Perte de confinement sur MOL (Main Oil export Line).

Tableau IV-7: donne d'entrée pour le scenario P-C-MOL

<i>P-C-MOL</i>	
<i>Données d'entrée</i>	
<i>Substance</i>	Pétrole Brute
<i>Composition %M</i>	3.58% C ₄ ;17.54% C ₅ ;10.59% n-C ₆ ;11.58% n-C ₇ ;12.43% C ₈ ;7.34% n-C ₉ ;6.02% n-C ₁₀ ;4.39% n-C ₁₁ ;16.30% ; C ₁₂ ;2.94% C ₂₀₊
<i>Diamètre de Pipe (inch)</i>	12
<i>Pression (bar)</i>	6
<i>Température (°C)</i>	Ambiant
<i>Longueur sélectionner (m)</i>	715
<i>Point sélectionner</i>	P-208A/B, P-208C, Pig Luncher

Tableau IV-8: les distance des seuils à cause P-C-MOL.

Point sélectionner et diamètre	Condition métrologique	Distance (m) a seuils																	
		Feu de nappe (FN) direct					Feu de torche					Feu de nappe (FN) retardé							
		200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²
<i>P-C-MOL</i>																			
Fuite de 25mm P-208A/B	D/5	-	18	21	28	32	37	19	30	32	38	43	50	-	31	33	42	50	63
	F/2	-	15	17	24	29	34	19	27	29	35	40	47	-	31	32	40	49	61
Fuite de 25mm P-208C	D/5	-	18	21	28	32	37	19	30	32	38	43	50	-	31	33	42	50	63
	F/2	-	15	17	24	29	34	19	27	29	35	40	47	-	31	32	40	49	61
Fuite de 25mm Pig luncher	D/5	-	18	21	28	32	37	19	30	32	38	43	50	-	31	33	42	50	63
	F/2	-	15	17	24	29	34	19	27	29	35	40	47	-	31	32	40	49	61

IV.1.4.A Les effets d'une fuite de 25mm sur la pompe P-208A/B, C et Pig luncher à P-C-MOL

1- Feu de nappe direct :



Figure IV-17: seuils d'effets thermique pour un feu de nappe direct de P-C-MOL.

2- Feu de nappe retarde :



Figure IV-18: seuils d'effets thermique pour un feu de nappe retarde de P-C-MOL, 3 point différent.

3- Feu de torche :



Figure IV-19: seuils d'effets thermique pour un feu de torche de P-C-MOL, 3 point différent.

IV.1.5 Pert de confinement au niveau d'unité d'hydratation de gaz X-318.

Tableau IV-9: donne d'entrée pour le scenario P-C-U-H_G/X-318.

P-C-U-H_G/X-318	
Données d'entrée	
Substance	HP Gaz
Composition %M	83.11% C ₁ ;13.91% C ₂
Diamètre de Pipe (inch)	8
Volume (m ³)	1.83
Température (°C)	122
Pression (bar)	144.453
Diamètre de fuite (mm)	25

Tableau IV-10: les distance des seuils à cause d'une P-C-U-H_G/X-318.

		P-C-U-H_G/X-318																
		Feu de torche					Explosion UVCE (EX)					Boule de feu (BF)						
Condition métrologique	Point sélectionner et diamètre	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²	0.02 bar	0.05 bar	0.14 bar	0.2 bar	0.3 bar	200 KW/m ²	20 KW/m ²	16 KW/m ²	8 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²
		Distance des seuils (m)																
Catastrophique rupture	D/5	-	-	-	-	-	-	199	92	44	37	30	13	57	64	89	112	143
	F/2	-	-	-	-	-	-	193	89	43	36	29	13	57	64	89	112	143
Fuite de 25mm	D/5	143	112	89	63	56	12	259	155	126	122	119	13	57	64	89	112	143
	F/2	143	112	89	63	56	12	256	152	104	97	90	13	57	64	90	113	144

IV.1.5.A Fuite de 25mm au P-C-U-H_G/X-318

1- Boule de feu :

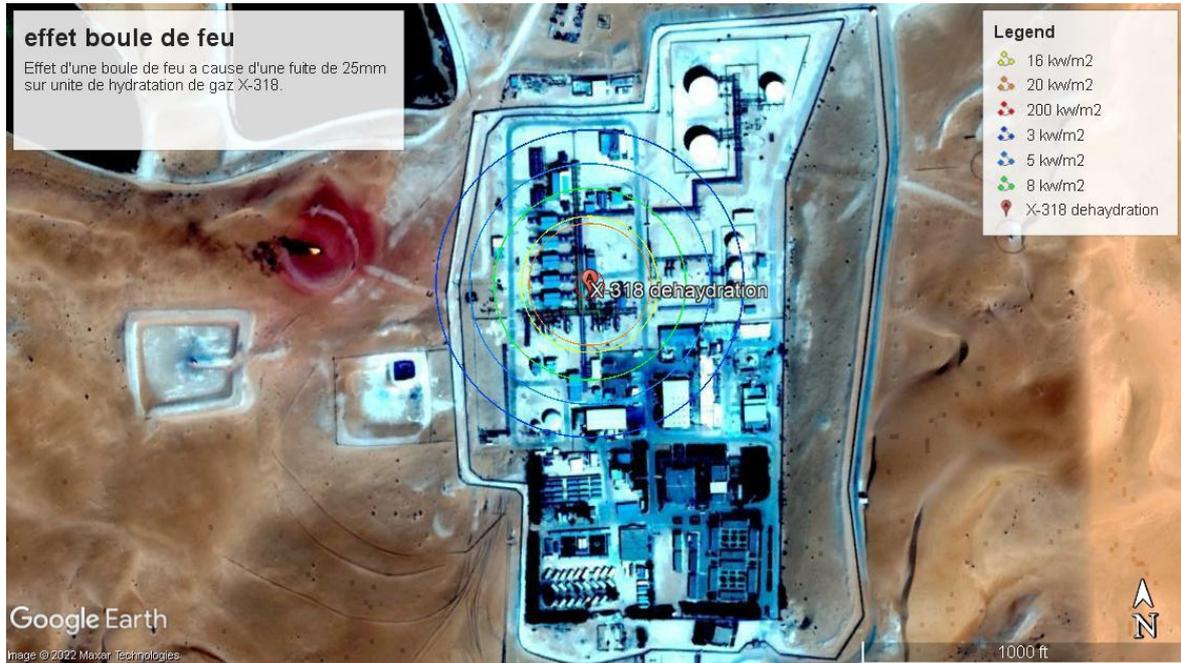


Figure IV-20: seuils d'effets thermique pour un Boule de feu de P-C-U-H_G/X-318 (fuit 25mm).

2- Feu de torche:



Figure IV-21: seuils d'effets thermique pour un feu de torche de P-C-U-H_G/X-318 (fuit 25mm).

3- Explosion :



Figure IV-22: seuils d'effets surpression pour une explosion de P-C-U-H_G/X-318 (fuit 25mm).

IV.1.5.B Catastrophique rupture au P-C-U-H_G/X-318

1- Boule de feu :



Figure IV-23: seuils d'effets thermique pour un feu de torche de P-C-U-H_G/X-318 (rupture catastrophique).

2- Explosion UVCE :

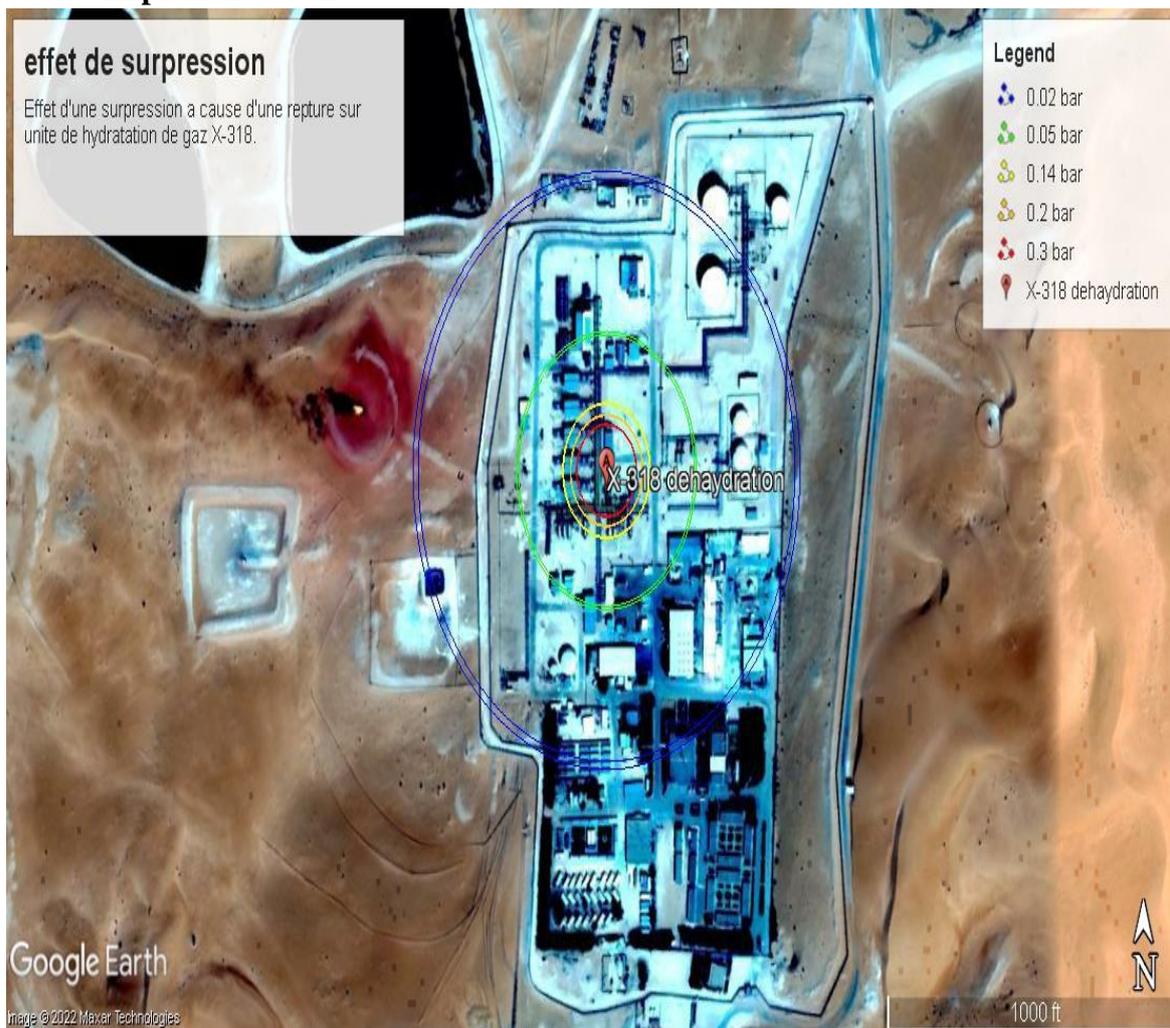


Figure IV-24: seuils d'effets surpression pour une explosion de P-C-U-H_G/X-318 (rupture catastrophique).

IV.1.6 Pert de confinement au niveau de la ligne de torche HP.

Tableau IV-11: donne d'entrée pour le P-C-L-T.

<i>P-C-L-T</i>	
<i>Données d'entrée</i>	
<i>Substance</i>	HP Gaz
<i>Composition %M</i>	83.11% C ₁ ;13.91% C ₂
<i>Diamètre de Pipe (inch)</i>	20
<i>Température (°C)</i>	65
<i>Pression (bar)</i>	3
<i>Diamètre de fuite (inch)</i>	20

Tableau IV-12: les distance des seuils à cause d'une P-C-L-T.

<i>Catastrophique rupture</i>	<i>Point sélectionner et diamètre</i>	<i>P-C-L-T</i>											
		<i>Feu de torche</i>						<i>Explosion UVCE</i>					
		<i>200 KW/m²</i>	<i>20 KW/m²</i>	<i>16 KW/m²</i>	<i>8 KW/m²</i>	<i>5 KW/m²</i>	<i>3 KW/m²</i>	<i>0.02 bar</i>	<i>0.05 bar</i>	<i>0.14 bar</i>	<i>0.2 bar</i>	<i>0.3 bar</i>	
	<i>Condition métrologique</i>												
		<i>Distance des seuils (m)</i>											
D/5		-	-	19	43	54	70	240	143	99	92	86	
F/2		-	-	19	43	54	70	229	127	81	75	68	

IV.1.6.A Les effets d'une rupture catastrophique de P-C-L-T

1- Feu de torche :



Figure IV-25: seuils d'effets thermique pour un feu de torche de P-C-L-T (rupture catastrophique).

2- Explosion UVCE :

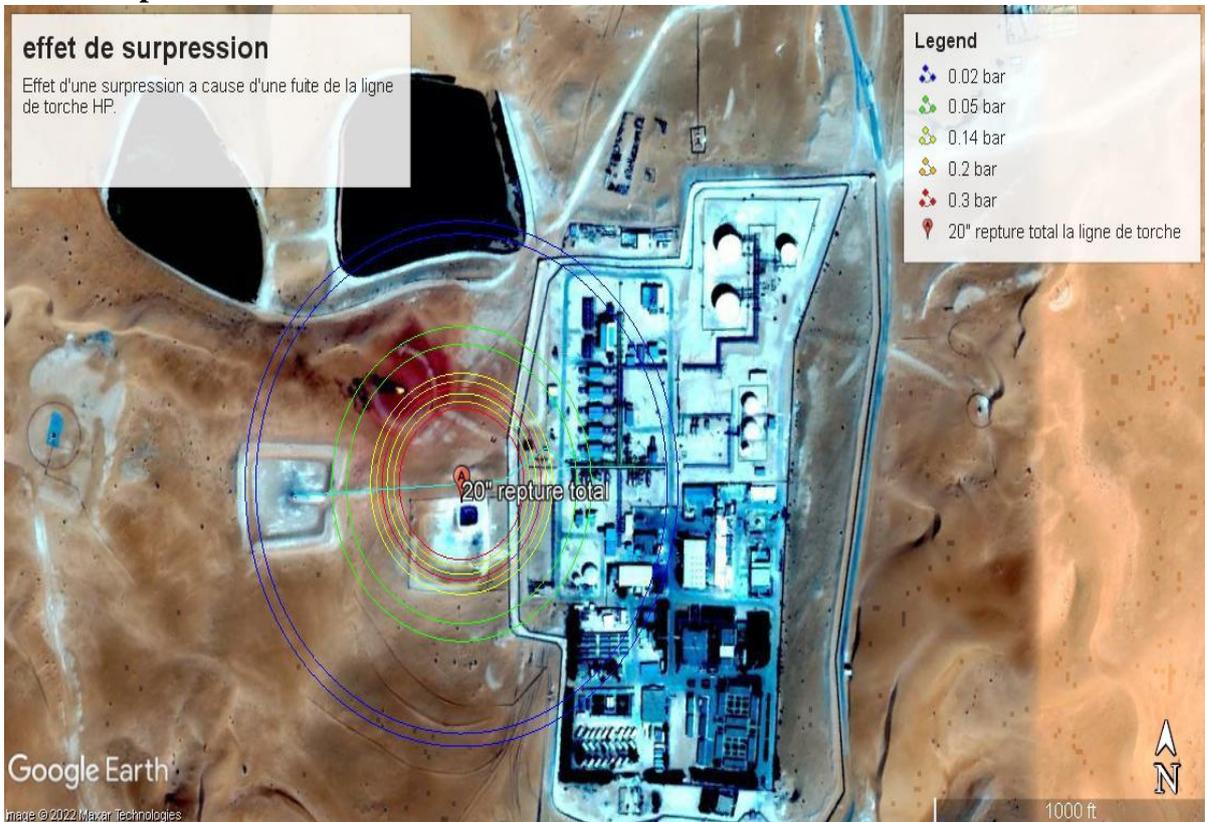


Figure IV-26: seuils d'effets surpression pour une explosion de P-C-L-T (rupture catastrophique)

Team Members

PHA Method: HAZOP

Project Name: Groupement Rhoude Ekhrouf

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPESA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Team Members						
Name	Title	Department	Location	Technical Area	Qualifications	Email
BETTAYEB SOUFIANE	étudiant	science applique	GRKF/UMBB	hygiene et securite industeriell	etudiant master 2 HSI	soufiane.bettayeb@yahoo.com
DJAMEL ABDELHAK	Encadreur	science applique	facule de technologie UMBB	hygiene et securite industeriell	enseignant	abdelhakdj@yahoo.com

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPSA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Note: 5. Fuel gaz K.O. tambourV-307. et (unite déshydratation X-318, pompes d'injection de méthanol P-310 C/D, échangeur E-307/308).

Drawings: (5) 300-26-001; (6) 300-26-010

Parameter: Safety

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
autre	safety	1. Fuite de méthanol.	1.1.	1.1.1. Risque d'incendie en cas de patinage au méthanol. Blessures possibles chez les personnes en raison de vapeurs toxiques.	1.1.1.1. F&G detection 1.1.1.2. Douche d'urgence/lave-yeux. 1.1.1.3. PPE	
		2. Fuite de gaz/ condensat.	2.1.	2.1.1. Risque d'incendie ou d'explosion dans le baril de gaz combustible K.O. V-307	2.1.1.1. Firefighting system. 2.1.1.2. F&G detection	
		3. Fuite de gaz dans unite déshydratation du gaz combustible X-318	3.1.	3.1.1. Risque d'incendie ou d'explosion dans unite déshydratation des gaz combustibles X-318.	3.1.1.1. F&G detection 3.1.1.2. Firefighting system.	3.1.1.1. Étudier la possibilité d'installer un système automatique éteindre le système unite de déshydratation des gaz combustibles X-318.

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPSA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Note: 5. Fuel gaz K.O. tambourV-307. et (unite déshydratation X-318, pompes d'injection de méthanol P-310 C/D, échangeur E-307/308).

Drawings: (5) 300-26-001; (6) 300-26-010

Parameter: Pressure

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
				explosion.		
		4. Feu externe dans l'échangeur transversal gaz/gaz combustible E-307 et dans l'échangeur croisé gaz/liquide E-308	4.1.	4.1.1. Augmentation de la pression et de la température dans l'échangeur croisé gaz/gaz E-307 et dans l'échangeur croisé gaz/liquide E-308 (côtés de la coque) avec dommages mécaniques possibles et rejet de gaz/condensat de carburant. Risque d'explosion.	4.1.1.1. PSV-307E/308E 4.1.1.2. F&G detection system 4.1.1.3. Système d'extinction automatique	4.1.1.1. Vérifier si les PSV-307E/308E sont conçus pour un tir externe dans l'échangeur croisé gaz/gaz E-307 et carburant échangeur croisé gaz/liquide E-308.
		5. Isolation de l'échangeur transversal gaz/gaz combustible E-307 (côté coque)	5.1.	5.1.1. Augmentation de la pression dans l'échangeur transversal gaz/gaz E-307 en raison de la dilatation thermique avec des dommages mécaniques possibles et le rejet de gaz de carburant / condensat. Risque d'explosion.	5.1.1.1. PSV-307E	5.1.1.1. Aucune mesure n'est nécessaire.
		6. Isolation de l'échangeur croisé gaz/liquide E-308	6.1.	6.1.1. Augmentation de la pression dans l'échangeur croisé gaz/liquide E-308 en raison de la dilatation thermique avec des dommages mécaniques possibles et le rejet de gaz de carburant / condensat. Risque d'explosion	6.1.1.1. PSV-308E	6.1.1.1. Aucune mesure n'est nécessaire.
Less	Lower Pressure	7. Défaillance de la boucle de régulation	7.1.	7.1.1. Diminution de la pression dans le baril de gaz		

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPESA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Node: 6. Compresseur X-101 ST1 A/B/C/D/E

Drawings: (3) 100-26-002; (7) 100-26-004; (8) 100-26-005; (9) 100-26-011; (10) 100-26-013; (11) 100-26-014; (12) 100-26-016; (13) 100-26-015

Parameter: Safety

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
autre	safety	1. fuites de gaz	1.1.	1.1.1. Risque d'incendie et d'explosion.	1.1.1.1. F&G detectors. 1.1.1.2. Système d'extinction automatique	

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPESA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Node: 7. Torche verticale HP X-350

Drawings: (14) 300-26-014

Parameter: Flow

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
No	No Flow	1. Absence de gaz à H.P. Torche Vertical X-350.	1.1.	1.1.1. Perte de flamme dans H.P. Torche Vertical X-350 avec risque d'explosion.		
		2. Absence d'alimentation en carburant pour le pilote du H.P. Torche Vertical X-350.	2.1.	2.1.1. Perte de flamme dans H.P. Torche Vertical X-350 pilote avec risque de perte de flamme dans la torche. Risque d'explosion.		
More	More Flow	3. Défaillance de l'ouverture du PCV-103 plus que nécessaire	3.1.	3.1.1. Augmentation du débit des pilotes. Aucune conséquence importante		
Reverse	Reverse Flow	4. Arrivée du front de flamme de la torche	4.1.	4.1.1. Risque d'incendie ou d'explosion dans le système de torche verticale X-350 de HP.	4.1.1.1. Plusieurs injections de gaz.	
					4.1.1.2. Soupape de purge à autorégulation des gaz combustibles (PDCV-353)	
					4.1.1.3. Firefighting system.	
					4.1.1.4. F&G detection.	

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPSA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Node: 9. Réservoir de stockage de pétrole brut T-205/206 et pompes 208A/B

Drawings: (4) 100-26-003; (6) 300-26-010; (16) 200-26-010A; (17) 200-26-011; (18) 200-26-012

Parameter: Flow

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
				3.1.2. Retards opérationnels dans les opérations d'exportation. Aucune conséquence significative si le délai est inférieur à 3-5 jours.		
		4. Fermeture inattendue de toute vanne dans la ligne d'exportation en aval des pompes P-208A/B/C	4.1.	4.1.1. Augmentation de la pression aux pompes P-208 A/B/C. Dommages mécaniques possibles. Fuite possible. Risque d'incendie/explosion	4.1.1.1. Vanne d'ouverture FIC-208P FV-208P	
More	More Flow	5. Aucune cause identifiée				
Less	Less Flow	6. Diminution du débit en amont (arrêt de tout pompe P-103/104 A/B)	6.1.	6.1.1. Diminution de l'huile produite par les séparateurs. Problèmes opérationnels. Aucune conséquence significative		
		7. Branchement de la ligne d'exportation	7.1.	7.1.1. Augmentation de la pression aux pompes P-208 A/B/C. Dommages mécaniques possibles. Fuite possible. Risque d'incendie/explosion	7.1.1.1. Vanne d'ouverture FIC-208P FV-208P 7.1.1.2. Routine de lancement de racleur dans la ligne d'exportation	7.1.1.1. Étudier la possibilité de configurer une alarme basse pression dans la ligne d'exportation en aval des pompes P-208A/B/C

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPSA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Node: 9. Réservoir de stockage de pétrole brut T-205/206 et pompes 208A/B

Drawings: (4) 100-26-003; (6) 300-26-010; (16) 200-26-010A; (17) 200-26-011; (18) 200-26-012

Parameter: Safety

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
autre	safety	1. Erreur opérationnelle de ne pas fermer l'événement d'urgence après vérification manuelle au niveau.	1.1.	1.1.1. Rejet possible de gaz dans l'atmosphère par un événement d'urgence. Risque d'incendie ou d'explosion	1.1.1.1. Procédure opérationnelle pour la vérification manuelle des réservoirs T-205/206.	1.1.1.1. Examiner et approuver la procédure opérationnelle pour la vérification manuelle au niveau des réservoirs T-205/206.
					1.1.1.2. Firefighting system.	1.1.1.2. Étudier la modification du système pour effectuer une vérification de niveau dans les réservoirs de stockage de pétrole brut T-205/206 afin d'éviter de briser le joint de couverture
		2. Fermeture de la vanne manuelle de couverture des réservoirs de stockage de pétrole brut T-205/206 lors de la vérification manuelle du niveau	2.1.	2.1.1. Introduction d'air dans les réservoirs de stockage de pétrole brut T-205/206 pendant la vérification manuelle. Atmosphère explosive possible à l'intérieur des réservoirs. Risque d'explosion confinée	2.1.1.1. Procédure opérationnelle pour la vérification manuelle des réservoirs T-205/206.	2.1.1.1. Examiner et approuver la procédure opérationnelle pour la vérification manuelle au niveau des réservoirs T-205/206.
					2.1.1.2. Firefighting system.	2.1.1.2. Étudier la modification du système pour effectuer une vérification de niveau dans les réservoirs de stockage de pétrole brut T-205/206 afin d'éviter de briser le joint de couverture

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPESA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Node: 6. Compresseur X-101 ST1 A/B/C/D/E

Drawings: (3) 100-26-002; (7) 100-26-004; (8) 100-26-005; (9) 100-26-011; (10) 100-26-013; (11) 100-26-014; (12) 100-26-016; (13) 100-26-015

Parameter: Safety

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
autre	safety	1. fuites de gaz	1.1.	1.1.1. Risque d'incendie et d'explosion.	1.1.1.1. F&G detectors. 1.1.1.2. Système d'extinction automatique	

Worksheet

PHA Method: HAZOP

Study Dates: 08/06/2022

Company: SONATRACH / CEPESA E&P

Location: BLOC 406A

Facility: CPF

Node: 1. Test separateur V-102

Drawings: (1) 100-26-001; (3) 100-26-002

Parameter: Safety

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
autre	safety	1. Impacts externes (machinerie lourde) au séparateur d'essai V- 102.	1.1.	1.1.1. Dommages mécaniques aux petites lignes ou aux connexions faibles dans le séparateur d'essai V-102 avec fuite possible d'huile/gaz/eau. Risque d'incendie et d'explosion.	1.1.1.1. Procédure de lavage. 1.1.1.2. Détecteurs F&G 1.1.1.3. Système d'extinction automatique	1.1.1.1. Aucune mesure n'est nécessaire.
		2. Fuite de pétrole/gaz/eau.	2.1.	2.1.1. Risque d'explosion.	2.1.1.1. Procédure de lavage. 2.1.1.2. Détecteurs F&G 2.1.1.3. Système d'extinction automatique	2.1.1.1. Aucune mesure n'est nécessaire.

Worksheet

PHA Method: HAZOP
Study Dates: 08/06/2022
Company: SONATRACH / CEPSA E&P
Location: BLOC 406A
Facility: CPF
Node: 10. Pipeline to Berkine
Drawings: (19) 200-26-020
Parameter: Safety

Guidewords	Deviations	Causes	Events	Consequences	Safeguards	Recommendations
autre	safety	1. Fuite d'huile. (Corrosion)	1.1.	1.1.1. Risque d'incendie et d'explosion.	1.1.1.1. Inspection de détection des fuites en ligne (deux fois par mois) 1.1.1.2. Vérification du volume d'exportation	