



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



Université Amar Telidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

RABEHI Mohamed Imad Eddine

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Génie de l'environnement

OPTION : Génie des Procédés des environnements

Thème

Analyse et gestion des risques majeurs dans la zone
industrielle Hassi R'Mel

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Dr. BOUDELLIOUA Hichem	MCB	Président
Dr.GHALEM Khaled	MAA	Examineur
Dr.ZERROUKI Hamza	MCB	Encadreur

Promotion : JUIN 2021

Dédicaces

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père

Khaleed.

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; ma mère **Malika** que j'adore.*

Et à ma sœur : Yasmine.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnées durant mon chemin d'études supérieures, mes

aimables amies : Sid Ahmed, Yazid,

ET, Saïd, Omar, Youcef, Hami, Othmane,

À tous les étudiants de la promotion 2020/2021.

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ...

Mohamed

Remerciement

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout Puissant qui nous a donné la force de mener à terme ce travail.

*Notre gratitude à notre enseignante, promoteur **Dr. ZEEROUKI Hamza** de l'université de Laghouat, département de Génie des Procédés, pour son dévouement, sa motivation, son aide et ses conseils assez utiles et fructueux, qu'il n'a pas hésité à m'accorder et le grand souci dont il a montré pour la réalisation de ce travail. Ce fut un grand plaisir de travailler avec lui, durant la préparation de ce travail. Sans ses encouragements je ne serais jamais arrivés à ce stade de ma formation.*

*Je souhaite exprimer nos sincères et respectueuses reconnaissances et remerciements à notre enseignant, **Dr,BOUDDDELIOUA Hichem** Pour le grand honneur qu'il m'a fait en présidant ce jury, toute mes gratitudes et mes remerciements au **GHALEM Khaled** De l'université de Laghouat département de génie des procédés pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail.*

Je tiens également à remercier mes parents et les personnes qui m'ont encouragés et participés de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux.....	5
Liste d'abréviation.....	5
Introduction.....	6
Chapitre I : principe d'analyse et gestion de risques majeurs	9
I.1. Notion d'analyse et de gestion des risques.....	10
I.1.1. Le Risque Majeur	10
I.1.2. Le Risque Majeur dans la réglementation Algérienne	10
I.1.3. L'analyse des risques	11
I.1.4. Définition et détermination des risques pour le bien-être des travailleurs.....	11
I.1.5. Phénoménologie des accidents industriels majeurs	12
I.1.6. Conséquences du risque industriel majeur	13
I.2. Description des méthodes d'analyse de risques (HAZOP et ADE)	14
I.2.1. La Méthode HAZOP	15
I.2.2. L'analyse d'arbre d'événements ADE	17
Chapitre II : Application des méthodes d'analyse des risques au champ Hassi R'mel.....	20
II.1. Description générale de l'industrie SONATRACH à Hassi R'mel ;.....	21
II.1.1. Situation géographique :	21
II.1.2. Historique de HASSI R'MEL.....	22
II.2. Description du procédé de traitement de gaz au niveau du MPP2	23
II.3. Le sous-système choisi pour étude	25
II.3.1. Définition de principaux composants de ce sous système.....	26
II.3.2. Matrice de risque de l'Entreprise (SONATRACH 2009)	27
II.4. Application de la méthode HAZOP et AdE :	28
II.4.1. HAZOP.....	28
II.4.2. Application de méthode AdE.....	29
Recommandation	31
Conclusion Générale	32
Résumé.....	34

Liste des figures

Figure 1. Explosion et incendie dans une zone industrielle (Accident industriel majeur).....	13
Figure 2. Organigramme d'utilisation de la méthode HAZOP	17
Figure 3. Processus d'élaboration des arbres d'événements.	18
Figure 4. Arbre des évènements pour libération de GPL.	19
Figure 5. Situation géographique de la région de Hassi R'Mel.	22
Figure 6. Organisation de la direction Régionale de Hassi R'mel.	23
Figure 7. Schéma fonctionnel du MPP2 (SDC).	26
Figure 8. Arbre d'événements pour les scénarios d'accident.	30

Liste des tableaux

Tableau 1. Dommages par différents secteurs.	12
Tableau 2. Définitions de principaux composants de sous-système.	26
Tableau 3. Matrice de risque de SONATRACH 2009.....	27
Tableau 4. Niveaux de risque.....	27
Tableau 5. Echelle de gravité.....	28
Tableau 6. Echelle des occurrences.	28
Tableau 7. Feuille de présentation HAZOP.	28
Tableau 8. Différentes composantes liées aux scénarios accidentels du processus et leurs probabilités d'occurrence.....	30
Tableau 9. Fréquences des conséquences.	31

Liste d'abréviation

ABREVIATIONS	
ADE	Analyse Des Risques
HAZOP	Hazard And Operability Study
GPL	Gas Pétrolier Liquifié
POE	La probabilité d'occurrence d'événement
VCE	Vapeur d'Explosion nuages
PCV	Vannes de régulation
PICAH	Indication d'Alarme de pression
XV	Vanne Manuelle
PIC	Boucle commande de pression
PCV	Soupape de Pression
ETA	Event Tree Analysis
MEG	Mono éthylène Glycol

Introduction

Introduction

Nous vivons dans un monde plus sûr, mais plus risqué, Face aux évolutions technologiques, économiques et sociales, une amélioration continue de la sécurité reste la préoccupation principale dans le domaine d'hydrocarbure, où les accidents peuvent engendrer d'importants dégâts sur les personnes, le système et l'environnement. La sécurité consiste alors à maîtriser les risques, leur élimination totale étant illusoire.

Le risque est un concept vague et incertain, si vous demandez une définition spécifique du risque à plusieurs personnes, vous obtenez un ensemble de définitions différent. Même les normes et les lois internationales n'ont pas donné une définition claire et uniforme pour le risque. La norme NF EN 61508 [1] définit le risque comme la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de sa gravité. Loin de cette définition, la notion de risque fait appel à celle de nuisance. Une nuisance est tout ce qui fait du tort, qui agresse, qui perturbe. C'est un produit ou un phénomène susceptible d'agresser l'homme et la nature en général (la flore et la faune) (*Le terme faune désigne l'ensemble des espèces animales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé \ La flore est l'ensemble des espèces végétales présentes dans un espace géographique ou un écosystème déterminé*), d'altérer leur fonctionnement, de perturber leur équilibre. Suivant l'origine et les caractéristiques des nuisances, il y a lieu de distinguer :

- **les risques industriels** notamment ceux qui sont à l'origine **d'accidents majeurs**, autrement dit ceux qui existent dans les entreprises classées Seveso. Ces risques peuvent se traduire par des accidents graves susceptibles de faire beaucoup de victimes, des dégâts matériels considérables et une importante pollution de l'environnement ;
- **les risques professionnels** qui donnent naissance à des accidents du travail et aux maladies professionnelles. Il s'agit de risques de faible importance et les conséquences sont limitées aux locaux de travail, ateliers, laboratoires, bureaux ainsi qu'aux salariés et travailleurs exposés ;
- **les risques de la vie courante** tels que les risques domestiques, les risques dus aux travaux de bricolage, aux loisirs, etc. Ce domaine de risques est très vaste, complexe et difficile à appréhender.

Problématique

Dans ce travail nous présentons une étude d'analyse les risques majeurs dans une zone industrielle ; ici une étude, relativement modeste, sur le cas de la ville de Hassi- R'Mel qui de tout temps fut exposée aux risques certains liés aux menaces découlant de phénomènes géologiques ou atmosphériques aléatoires, qui provoquent des dommages importants sur l'homme, les biens, l'environnement, par l'activité humaine. C'est la menace d'un événement

indésirable engendré par la défaillance accidentelle. Brièvement, nous présentons une étude sur le risque de manière intégrée, dans un environnement urbain.

La méthode, repose sur une analyse spatiale sur la zone hassi R'Mel, et consiste à mettre en exergue l'aléa et l'évaluation des risques tout en réservant un intérêt particulier aux différents cas probable d'accidents.

Cela n'a d'intérêt scientifique que lorsqu'une telle étude débouche et donc fournit une réponse assez claire sur un certain nombre de questions :

1. C'est quoi et d'où viennent ces risques majeurs qui menacent le champ de Hassi-R 'mel ?
2. Comment Analyser et Gestionnaire les Risques Majeurs dans la Zone Industrielle Hassi R'mel ?
3. Comment appliqué la méthode d'analyse des risques au champ Hassi R'mel ? Quelles sont les difficultés et les défis ?
4. Quels sont les résultats et les bénéfices tirés de cette étude et comment contribue-t-elle à réduire les risques ?

Chapitre I : principe d'analyse et gestion de risques majeurs

I.1. Notion d'analyse et de gestion des risques

Le risque selon les dictionnaires : « Danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on est exposé » [2]. « Danger éventuel plus ou moins prévisible ; éventualité d'un évènement qui peut causer un dommage » [3]. "Les deux définitions mettent en avant le double aspect du risque, à savoir le caractère aléatoire de l'évènement assorti de la menace qu'il représente. Avant de poursuivre plus loin cette décomposition [4].

Le risque est une notion qui exprime alors un paramètre touchant des domaines tant variés que diversifiés et par conséquent assez complexe. Depuis très longtemps le risque est mesuré et évalué, à travers l'aléa et des éléments responsables du danger, sans tenir compte de l'ensemble des enjeux et surtout de l'aptitude des éléments à très exposés aux risques : la vulnérabilité. Pourtant, il est de priorité de tenir compte du facteur « risque » de manière intégré, c'est à dire dans son contexte global, tout en prenant en charge l'hypothèse des conséquences aussi bien directes qu'indirectes, immédiates et successives, temporaires et permanentes ; ou des réactions en chaîne lesquels, dans la plupart des temps, sont considérables.

La notion de danger concerne la propriété intrinsèque ou la capacité d'un objet (machine...), d'une substance, d'un processus (mouvement, transport, processus de fabrication chimique...) ou d'une situation (climat, stockage...) d'avoir des effets néfastes pour la sécurité ou la santé du travailleur.

Les propriétés dangereuses doivent très recherchées dans :

- ✓ Les bâtiments (matériaux et construction) ;
- ✓ Les espaces (espace disponible avec son aménagement : éclairage, air, ventilation...) ;
- ✓ Le transport horizontal et vertical (la plupart du temps un processus particulier) ;
- ✓ Les processus (utilisation d'agents, utilisation de machines et toutes les activités de travail).

I.1.1. Le Risque Majeur

Ce type de risque est défini comme la menace d'un évènement à fréquence faible (autrement dit, à faible occurrence ou à faible probabilité) et de grande gravité car touchant des enjeux importants. [5]

I.1.2. Le Risque Majeur dans la réglementation Algérienne

L'article 2 de la loi 04-20 du 25 décembre 2004 définit le risque majeur comme toute menace probable pour l'homme et son environnement pouvant survenir du fait d'aléas naturels exceptionnels et/ou du fait d'activités humaines [5].

Aux termes de l'article 10 de la loi précitée, les risques suivants constituent des risques majeurs auxquels notre pays peut être exposé :

- ✓ Les séismes et les risques géologiques,
- ✓ Les inondations,
- ✓ Les risques climatiques,
- ✓ Les feux de forêts,
- ✓ Les risques industriels et énergétiques,
- ✓ Les risques radiologiques et nucléaires,
- ✓ Les risques portant sur la santé humaine,
- ✓ Les risques portant sur la santé animale et végétale,
- ✓ Les pollutions atmosphériques, telluriques, marines ou hydriques
- ✓ Les risques de catastrophes liées à des regroupements humains importants.

I.1.3. L'analyse des risques

Il consiste en une identification systématique et permanente et en une analyse de la présence de danger et de facteurs de risque dans des processus de travail et des situations de travail concrètes sur le lieu de travail dans une entreprise, un chantier ou une institution. Cette définition de l'analyse des risques a dès lors une signification très large et ne peut être limitée à l'application de certaines méthodes pour analyser des risques constatés [6].

Lorsque l'analyse des risques est effectuée à partir du constat de la présence de dangers (sur la base des propriétés dangereuses des agents utilisés dans le processus de travail), on parle d'une analyse des risques déductive.

Analyser les risques d'une installation industrielle consiste à identifier les dysfonctionnements de nature technique et opératoire pouvant conduire à un événement non souhaité dont la cible est humaine, environnementale ou matérielle. La méthode et l'outil seront choisis en fonction du contexte et pourront conduire suivant le cas à une analyse préliminaire, de dysfonctionnements ou de modes de défaillance.

I.1.4. Définition et détermination des risques pour le bien-être des travailleurs

Il s'agit ici de déterminer dans quelles conditions la probabilité de survenance d'effets néfastes devient réelle. Lorsqu'on parle d'effets néfastes, on pense principalement aux dommages.

Le dommage se définit comme toute entrave au bon fonctionnement physique et psychique d'un être humain. Il peut être décrit en termes de gravité (physiopathologie, complications, incapacité de travail, décès) et de fréquence (combien de fois, dans quels secteurs, quels groupes).

L'examen du dommage est effectué, entre autres, par des épidémiologistes. A partir de

statistiques d'accidents et de maladies, ils essayent d'examiner d'une façon scientifiquement fondée les causes et associations de causes qui sont à la base du dommage.

Il est possible d'établir des profils de dommage par secteur. A titre d'exemple, dans le secteur de la santé :

Tableau 1. Dommages par différents secteurs.

Accidents	Maladies professionnelles	Nuisances au travail
Piqures d'aiguille ; Lésions dues aux chutes ; Lésions dues aux chocs ; Hernie discale ; Lésion dues à une explosion ; Lésion dues à brûlure ; Lésion dues à radiations.	Dermatite (allergique et orthoergique) ; Hépatite B ; Tuberculose ; Autres maladies infectieuses ; Cancer.	Stress excessif ; Burn out ; Lombalgie ; Problèmes aux membres inférieurs (pieds douloureux, œdèmes, varices). Plus grande fréquence de fausses couches ; Poids plus bas à la nuisance. Fatigue due au travail sur écran.

I.1.5. Phénoménologie des accidents industriels majeurs

L'apparition de l'expression « risque industriel » s'explique par trois facteurs importants qui sont apparus et dont le développement s'est accéléré à partir de 1950.

Le risque industriel a émergé avec le progrès technologique, avec l'augmentation des capacités de production mais également de stockage, et surtout du fait de l'accélération de l'urbanisation qui a augmenté considérablement la vulnérabilité des espaces contigus aux sites industriels [7].



Figure 1. Explosion et incendie dans une zone industrielle (Accident industriel majeur).

La figure 1 représente un accident industriel majeur qui contient une explosion et incendie dans une zone industrielle, la figure montre aussi l'enchaînement des accidents ce qui est appelé l'effet dominos.

La gestion efficace des risques majeurs repose sur des principes de la politique de l'Etat en matière de prévention des risques majeurs et sur le principe de la prévention dès la conception. Dans la démarche proactive (mise en place des barrières de prévention). L'avantage de l'action plus en amont des événements redoutés est la base de toute politique de gestion des risques [8]. Ainsi, l'industriel doit gérer de façon cohérente ces différentes composantes du risque industriel et favoriser la mise en place d'actions efficaces tant pour la prévention des risques professionnels qu'environnementaux.

I.1.6. Conséquences du risque industriel majeur

Selon le code de l'environnement : article L.124-2 « Les citoyens ont droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis dans certaines zones du territoire, et sur les mesures de sauvegarde qui les concernent »

Dans les Zones à risque d'accident industriel majeur les opérations de secours sont prévues dans un Plan Particulier d'Intervention : Si ce plan d'urgence est déclenché, le préfet dirige les opérations de secours.

Pour les sites à « haut risque » classés « Seveso seuil haut » les industriels ont l'obligation d'informer les populations, dans les zones proches du site industriel.

En cas d'accident industriel majeur, il existe 4 risques possibles avec pour chacun des conséquences possibles sur la santé [9]:

- Risque d'incendie : Possibilité de brûlures, inhalation de fumées asphyxiantes, toxiques ;
- Risque explosion ; Possibilité de lésions internes aux poumons, aux tympans, blessures par projection de débris, brûlures ;
- Risque toxique : Eventuelle formation d'un nuage toxique qui provoque, irritation des yeux, de la peau, des poumons, nausées ;
- Risque radioactif : La dissémination de produits radioactifs dans l'air irradie les personnes, et augmente ainsi le risque de cancer.

I.2. Description des méthodes d'analyse de risques (HAZOP et ADE)

La plupart des méthodes d'analyse des risques considèrent le risque comme un événement non désiré ou une défaillance survenant dans le fonctionnement des installations et leurs équipements techniques. Elles prennent en considération les facteurs (de risque) qui peuvent affecter en termes de dysfonctionnement ou de problème ou encore d'erreur humaine les aspects suivants des systèmes de travail :

1. La fiabilité du système, c'est-à-dire la non-défaillance (F) ;
2. La maintenabilité, c'est-à-dire l'aptitude à la réparation, la poursuite du fonctionnement du système lors d'activités de maintenance (M) ;
3. La disponibilité, c'est-à-dire l'aptitude à l'emploi, à la production, c'est le résultat de $F \times M$;
4. La sécurité, c'est-à-dire la non-crédation de dommage à l'homme, à l'environnement, à l'installation, au produit ;
5. La capabilité, c'est-à-dire la performance du système en termes de production, de consommation d'énergie et d'inputs.

Dans un certain nombre de cas, ces méthodes donnent l'apparence d'être orientées vers la protection des travailleurs, alors qu'en fait ce sont les aspects de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité et de capabilité du système qui sont visés et qui sont l'objectif premier de la démarche. Il suffit d'examiner les mesures de prévention proposées, elles visent essentiellement à rencontrer les exigences de sécurité et de sûreté des systèmes de travail. Ces méthodes, lorsqu'elles sont utilisées, doivent être complétées par l'étude des conséquences et des effets en termes de dommage que les événements non souhaités peuvent produire sur les travailleurs. Cela implique surtout l'identification de tous les facteurs de risque, l'examen de leur variabilité et l'impact de cette variabilité sur le risque.

Le problème est le suivant : il n'existe pas de méthode universelle et il n'y a pas non plus de solution tout faite pour résoudre des problèmes en matière d'analyse des risques. Les méthodes existantes ont chacune leur spécificité.

En outre, elles ne sont pas clairement délimitées : il existe des variantes et des combinaisons de méthodes. Il est souvent indiqué d'entamer l'analyse au moyen d'une méthode grossière et, lorsqu'on s'est fait une idée des risques les plus importants, d'appliquer une méthode plus affinée, plus approfondie.

Les paragraphes suivants donnent un aperçu de quelques méthodes fréquemment utilisées et indiquent dans quelles circonstances il est préférable de les utiliser.

I.2.1. La Méthode HAZOP

Historique et domaine d'application

HAZOP (Hazard and Operability Study) est l'une des techniques les plus utilisées depuis les années soixante-dix. Le terme HAZOP fut employé pour la première fois dans une publication officielle en 1983 [10]. Il a été normalisé en 2001 par la norme internationale IEC 61882 [11], afin de fournir des indications sur l'application de la technique et sur la procédure d'étude. Cela a commencé quand une déviation par rapport aux conditions normales se produit.

Principe de la méthode

Pour les opérations pertinentes dans le processus, on pose un certain nombre de questions en faisant usage d'adverbes comme : non, trop bas, trop tard... Les questions concernent les paramètres de la transformation, comme la pression, la température, la concentration, le débit... et on examine quelles anomalies peuvent se produire par rapport au fonctionnement normal. Par exemple : que se passe-t-il si la température du récipient X1 devient trop élevée ? Quelles sont les conséquences si le récipient X2 reçoit trop peu de produit ? Si le débit dans la conduite X3 est trop faible, quelles sont les conséquences dans le mélangeur Y2 ? ...

Cette méthode présente l'avantage de détecter, outre des situations dangereuses, des situations qui peuvent être importantes du point de vue économique : par exemple, si la température s'élève trop dans le récipient X, la situation n'est pas immédiatement dangereuse, mais le produit fini sera d'une qualité inacceptable.

L'HAZOP est une méthode prépondérante dans l'analyse de la sécurité des industries de processus (chimique, pharmaceutique, pétrolière...). Elle est presque indispensable pour l'examen de systèmes dont la sécurité de l'installation dépend en grande partie de la maîtrise

des conditions opératoires (débit, pression, température...). Ces revues se basent sur une analyse systématique de la potentialité et des conséquences d'une dérive des paramètres du système. Les dérives potentielles sont produites par l'articulation de mots-clés caractérisant une situation inhabituel opératoire (comme « plus de », « moins de » ...) et les paramètres opératoires du procédé. Les plans de circulation des fluides ou schémas PID (Piping and Instrumentation Diagram) transposent le fonctionnement du procédé. Il est composé de spécialistes capables d'identifier les causes, les conséquences des dérives, et d'évaluer si les moyens de prévention/protection sont suffisants.

L'étude "HAZOP" est une méthode très structurée. Pour effectuer une "HAZOP" de façon réussie, il faut connaître l'installation à fond. L'équipe qui effectue l'"HAZOP" doit être composée d'experts. Les résultats d'une telle étude sont rangés dans une colonne et peuvent donc être suivis d'une façon systématique.

Déroulement

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

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

L'utilisation des mots-clés se fait à travers un organigramme comme montre le schéma suivant montre :

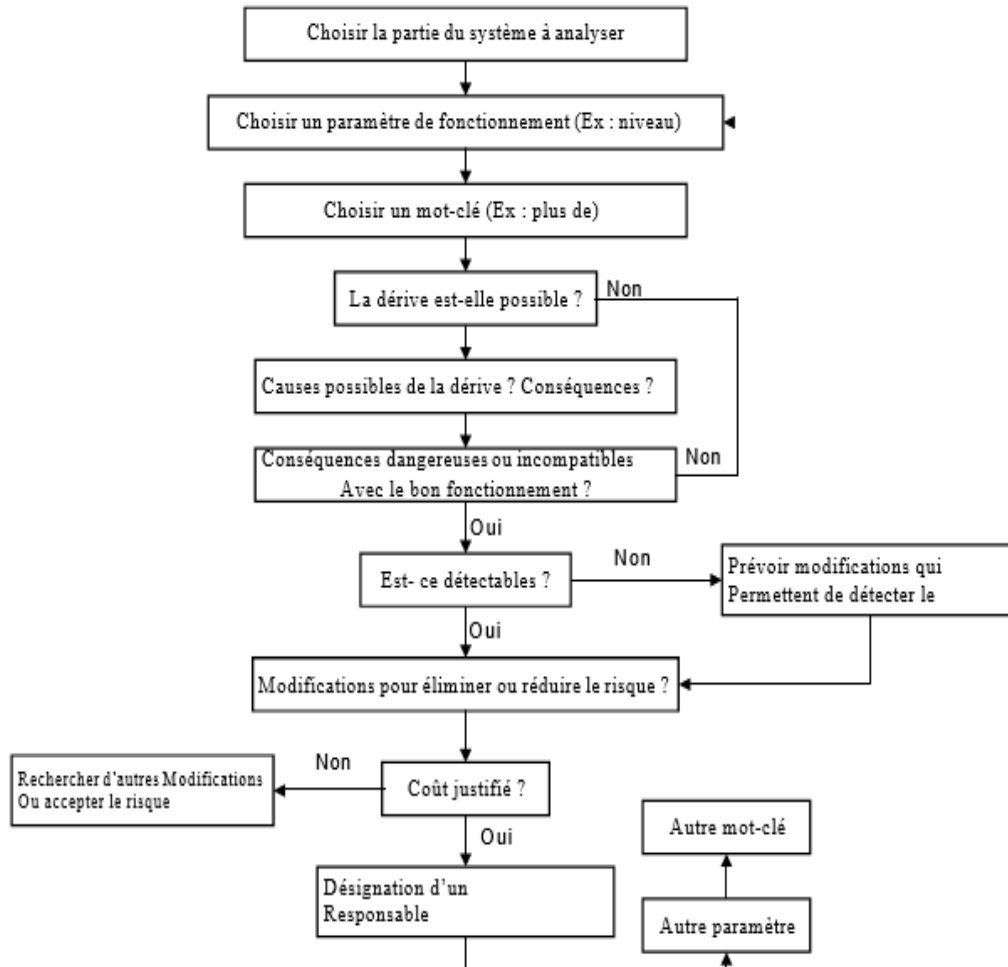


Figure 2. Organigramme d'utilisation de la méthode HAZOP

1.2.2. L'analyse d'arbre d'événements ADE

L'analyse d'arbre d'événements (Event Tree Analysis « ETA ») est une procédure inductive pour modéliser les résultats possibles qui pourraient découler d'un événement initiateur donné et l'état des facteurs atténuants ainsi que pour identifier et évaluer la fréquence ou la probabilité des divers résultats possibles d'un événement initiateur donné [12].

La représentation graphique d'un arbre d'événements nécessite que les symboles, les identifiants et les étiquettes soient utilisés de manière cohérente.

D'un point de vue qualitatif, l'ADE aide à identifier tous les scénarios d'accidents potentiels (se déroulant comme un arbre avec des branches de réussite ou d'échec) et les faiblesses potentielles de conception ou de procédure. La branche succès modélise la condition selon laquelle le facteur atténuant fonctionne comme prévu.

Comme pour les autres techniques d'analyse, un soin particulier doit être apporté à la modélisation des dépendances, en gardant à l'esprit que les probabilités utilisées pour quantifier

l'arbre d'événements est conditionné par la séquence d'événements qui s'est produite avant l'occurrence de l'événement concerné.

La norme internationale IEC 62502 [13] spécifie les principes de base de l'analyse par arbre d'événements (ETA) et représente une carte pour l'utilisation qualitative et quantitative de l'ETA dans le contexte de l'analyse de sûreté de fonctionnement et de risque. L'ADE est une méthode inductive souvent utilisée pour l'évaluation des risques et la modélisation de scénarios d'accident. La figure suivante explique les étapes d'élaboration d'un ADE :

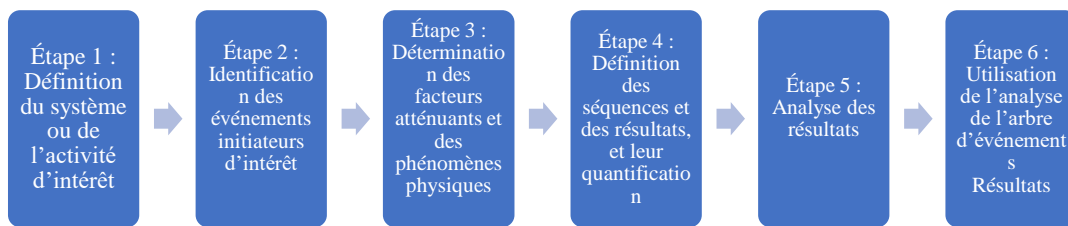


Figure 3. Processus d'élaboration des arbres d'événements.

ET utilise des arbres de décision pour modéliser graphiquement les résultats possibles (conséquences) d'un événement initiateur (IE) (par exemple un dysfonctionnement dans le système ou le processus) capable de produire un résultat accidentel par une séquence d'événements comme montre la figure 4, ces derniers représentent un exemple de libération de gaz de pétrole liquéfié (GPL) dans une usine de détergents alkylés .

L'événement initiateur de l'ET utilise des conditions dichotomiques (c'est-à-dire succès/échec, vrai/faux ou oui/non) pour identifier les événements séquencés, les barrières de sécurité et les conséquences dans différentes branches de l'arbre [14]. La probabilité d'occurrence d'un événement de résultat spécifique (POE) peut être obtenue en multipliant les probabilités de tous les événements ultérieurs $P_i = (P_1; P_2; \dots; P_n)$ existant dans un chemin comme indiqué l'équation suivant :

$$P_{OE} = \prod_{i=1}^n P_i$$

Un exemple de calcul est donné ci-après ;

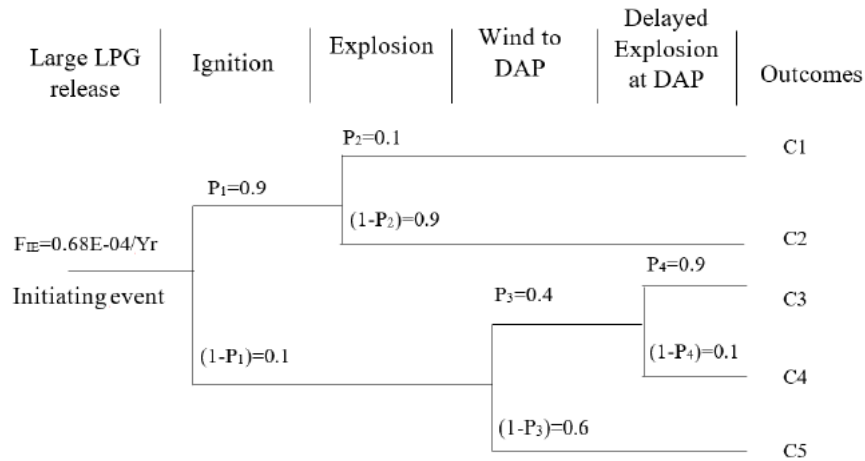


Figure 4. Arbre des évènements pour libération de GPL.

Calcul du premier résultat (conséquence 1) :

$$F(C1) = F_{IE} \times P1 \times P2 = 0.68 \times 10^{-4} \times 0.9 \times 0.1 = 6.12 \times 10^{-6} /Y r$$

Les avantages d'ADE

L'ADE a les mérites suivants :

- S'applique à tous les types de systèmes ;
- Il permet de visualiser les chaînes d'événements à la suite d'un événement initiateur ;
- Il permet d'évaluer de multiples défauts de système coexistants (états causant l'incapacité d'exécuter une fonction requise, p. ex., défaut d'un système de surveillance) ou défaillances (fin de la capacité d'exécuter une fonction requise, p. ex., événement où une soupape est coincée ouverte) ainsi que d'autres événements dépendants ;
- Il fonctionne simultanément dans le domaine de l'échec ou de la réussite ;
- Il identifie les événements finaux qui pourraient autrement ne pas être prévus ;
- Il identifie les défaillances potentielles à point unique, les zones de vulnérabilité du système et les contre-mesures à faible rendement. Cela permet un déploiement optimisé des ressources et un meilleur contrôle de

Conclusion

Ce chapitre donne un aperçu détaillé sur les concepts du risque, risque majeur, et gestion des risques. Ce dernier peut se dérouler en deux étapes : le premier par une méthode d'identification des sources potentiels de dommages, dans notre cas la méthode HAZOP. La deuxième étape se fait par une méthode d'évaluation des risques qui ont été discutés dans ce chapitre. Dans le prochain chapitre, nous appliquerons ces deux méthodes sur un station de traitement de gaz à Hassi R'mel.

Chapitre II :
Application des
méthodes d'analyse
des risques au champ
Hassi R'mel

Introduction

Ici une étude, relativement modeste, sur le cas de la ville de Hassi R'mel qui de tout temps fut exposée aux risques majeurs.

Sonatrach bénéficie, aujourd'hui, d'une longue expérience dans l'exercice de tous les métiers de l'industrie du pétrole et du gaz, d'une forte capacité à intégrer les nouvelles technologies, d'une présence prouvée et fiable sur les marchés internationaux des hydrocarbures liquides et gazeux, ainsi que d'une riche expérience de partenariat avec des compagnies internationales leaders.

Sonatrach a fait, de cette notoriété acquise, le choix d'aller conquérir des positions dans le monde et de chercher à créer de la valeur aussi bien en Algérie qu'à l'étranger (Afrique, Asie, Europe...).

Le cœur de métier du groupe Sonatrach est constitué de la recherche, de l'exploration et de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures.

Le développement des villes industrielles dans les pays en voie de développement a induit une grande concentration des pouvoirs politiques et économiques, cette particularité générant des richesses économiques, fait de ces villes des pôles d'attrait pour les populations notamment vers le secteur des hydrocarbures. Ces contextes à double vocation, urbaine et industrielle, « *...produisent en même temps des richesses et des risques* » [15].

Ce genre de situation peut être constaté dans de nombreuses villes industrielles algériennes en général et dans les champs des hydrocarbures en particulier, notamment le champ gazier de Hassi R'mel en Algérie.

II.1. Description générale de l'industrie SONATRACH à Hassi R'mel ;

II.1.1. Situation géographique :

Hassi R'mel, porte du désert, daïra de la wilaya de Laghouat située à une distance de 120 Km de cette dernière et de 550 Km d'Alger, à une altitude de 750 m environ. Le paysage, vaste plateau rocailleux, le climat est caractérisé par une pluviométrie faible (200 mm par an) et une humidité moyenne de 20% en été et de 34% en hiver, les températures varient entre -10 et +50°C. La région est dominée par des vents violents, accompagnés souvent de tempêtes de sable.

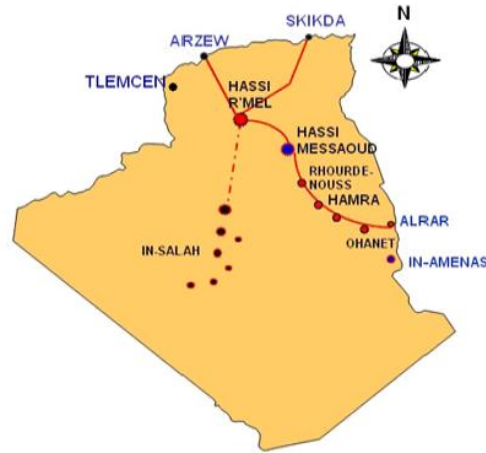


Figure 5. Situation géographique de la région de Hassi R'Mel.

À 35 km au nord créée ex-nihilo. Ceci s'explique également par l'obligation pour l'Algérie dès l'année 2000, de développer son arsenal juridique notamment en matière de maîtrise d'urbanisation et de gestion des risques dans le respect des accords et des conventions ratifiés³ au niveau international dans le domaine de l'environnement [16].

Dans le cadre de ce projet d'exurbanisation, l'ensemble des actions entreprises se sont concentrées sur la résorption des bidonvilles. Ces actions de résorption s'inscrivent dans le cadre d'un programme national de Résorption de l'Habitat Précaire (RHP) initié par le ministère de l'habitat dans lequel 1200 logements sociaux locatifs ont été destinés à renforcer le projet d'exurbanisation de la ville industrielle de Hassi R'mel.

L'habitat se trouve au cœur des préoccupations des états locaux vis-à-vis de la maîtrise d'urbanisation dans ce périmètre déclaré à risques majeurs.

Cette population délocalisée entre 2010 et 2014, estimée à environ 4000 habitants, est en majorité issue du monde rural et bédouin, ses modes d'habiter sont spécifiques.

II.1.2. Historique de HASSI R'MEL

Les deux produits, gaz et pétrole, se trouvant à l'état brut initialement, nécessitent la présence de complexes importants de traitement, lesquels ont subi un développement continu durant cette dernière décennie. Le premier puit, H-R1, a été foré en 1956 sous le sommet de l'anticlinal que constitue le gisement de Hassi R'mel. Ce puit avait mis en évidence la présence de gaz riche en condensat à une température de 90 °C et une pression de 310 kgf/cm² [17].

Le développement du gisement de Hassi R'mel a été réalisé en plusieurs étapes :

- **1961-1969** : mise en exploitation de six (06) unités de traitement de gaz d'une capacité de quatre milliards de mètres cubes par an ;
- **1972-1974** : mise en exploitation de six (06) unités supplémentaires pour atteindre une capacité de quatorze milliards de mètres cubes par an ;

- **1975-1980** : mise en œuvre et réalisation du plan directeur de développement visant les objectifs suivants :
 - ✓ Augmentation de la capacité de traitement de 14 à 94 milliards m³/an ;
 - ✓ Maximisation de la récupération des hydrocarbures liquide, condensât et GPL, par recyclage partiel du gaz ;
- **1985** : réalisation et mise en service d'une unité pour la récupération des gaz torchés et la production de GPL des modules 0 et 1 ;
- **1987-2000** : réalisation et mise en service des centres de traitement du gaz de Djebel Bissa et de Hassi R'mel Sud ;
- **1981-1993** : mise en service de cinq (05) centres de traitement d'huile ;
- **1995-1999** : mise en service des unités d'hydratation de gaz à Sbaa (Adrar) près d'In Salah ;
- **1999** : réalisation et mise en service de l'usine de récupération des gaz associés provenant des centres de traitement d'huile ;
- **2001** : mise en œuvre de projet de BOOSTING.

La figure suivante montrera l'organisation de la direction Régionale de Hassi R'mel :

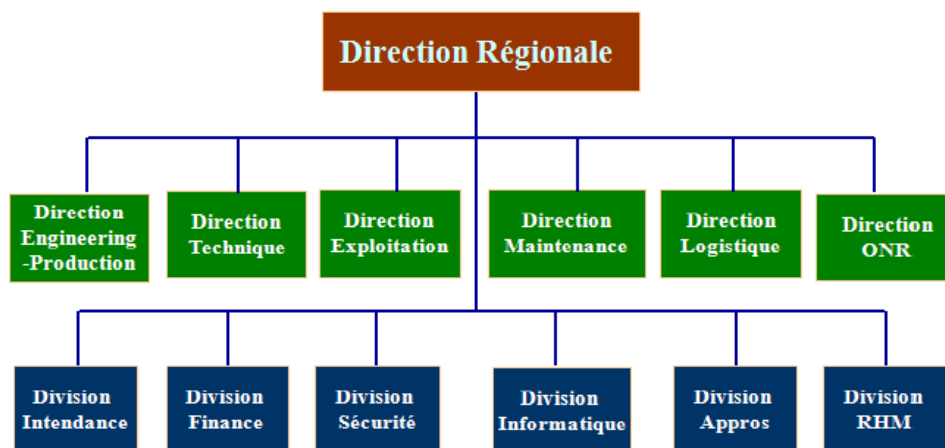


Figure 6. Organisation de la direction Régionale de Hassi R'mel.

II.2. Description du procédé de traitement de gaz au niveau du MPP2

Le gaz brut biphasique venant de 39 puits producteurs est réuni dans neuf collecteurs qui se réunissent dans un manifold arrive vers le Boosting qui a pour rôle de comprimer le gaz brut de 93 kg/cm² à 120 kg/cm², pour pouvoir récupérer le maximum d'hydrocarbures liquides, puis il est reparti sur trois trains identiques (A, B, C) de même capacité de 20 millions de m³/J au diffuseur D001 à une pression de 120 kg/cm² et une température de 58°C.

Après le diffuseur, le gaz brut est refroidi dans l'aéroréfrigérant E101 jusqu'à 40°C, le gaz refroidi passe au séparateur d'admission D101 où le gaz se sépare de l'eau et des hydrocarbures liquides, l'eau se dirige vers le bassin d'évaporation. Le gaz en provenance de D101 avec une

pression de 118 kg/cm² passe à travers les échangeurs de chaleur gaz /gaz E102 et E103 où il se refroidit jusqu'à -9°C, le gaz passe par la vanne Joule Thomson (PRCV108) ou il subit une première détente isenthalpique jusqu'à 100 kg/cm² et une température de -13°C avant d'arriver au séparateur à haute pression D102 [18].

Pour éviter la formation d'hydrates qui risque de boucher les échangeurs, on injecte une solution de glycol à 80% massique au niveau des échangeurs E102 et E103. Dans le séparateur D102 se séparent à nouveau le gaz, la solution MEG (mono éthylène glycol) et le condensât liquide. Ayant absorbé de l'eau, la solution MEG est envoyée sous pression vers la section de régénération du glycol.

Le gaz venant du D102 subira une détente isentropique dans la turbine du « Turbo-Expander K101 » qui a pour fonction de récupérer l'énergie qui se produit lorsqu'un gaz à haute pression passe à travers la turbine pour réduire sa pression jusqu'à 67 kg / cm² et une température de -35°C avant de passer par le séparateur à froid D103. Le gaz refroidi du D103 passe par l'échangeur gaz /gaz E102 A/F côté calandre pour refroidir le gaz brut, et s'échauffe lui-même jusqu'à une température de 43°C, ensuite il est comprimé à 74 kg/cm² au niveau du compresseur de K101 et dirigé vers le pipeline de gaz de vente.

Les hydrocarbures liquides provenant du séparateur d'admission D101 sont détendus au niveau du séparateur de condensât riche D105 à 33 kg/cm² et 42°C.

Les hydrocarbures récupérés au niveau de D102 et D103 passent vers le ballon séparateur à basse pression D104 à une température de -40°C et une pression de 34 kg/cm².

Le liquide entrant dans le D104 contient un gaz dissout, ce dernier avec celui provenant du ballon de reflux froid du déméthaniser D107, passant par le côté calandre de l'échangeur de chaleur E103 A/B pour refroidir le gaz brut [19].

Après l'échange thermique, le gaz issu du D104 et D107 s'échauffe et rencontre le gaz sortant du D105 à une température de 21°C et une pression de 32 kg/cm², le mélange se dirige vers la section de recomparaisons puis vers le pipeline de gaz de vente.

Les hydrocarbures liquides venant du ballon à basse pression à une température de -40°C et une pression de 34 kg/cm² passent dans l'échangeur E106 (coté calandre) et s'échauffe à -23°C puis alimente le 5^{ème} plateau du déméthaniser C101 (Alimentation froide), l'échange de chaleur s'effectue avec les vapeurs de tête du déméthaniser C101 à une température de -16.5°C qui se condensent partiellement dans l'échangeur E106 coté tube pour se séparer du liquide dans le ballon de reflux D107, une injection de MEG est prévue à l'entrée des tubes de l'échangeur E106 pour éviter la formation d'hydrates.

Les hydrocarbures liquides provenant du D105 à 21°C passent par la calandre de l'échangeur d'alimentation E104 pour être chauffé jusqu'à 115°C et alimentent le déméthaniser au niveau du 21^{ème} plateau (alimentation chaude). La colonne C101 est constituée de 28 plateaux à clapets : 12 plateaux supérieurs et 16 inférieurs. Ces deux parties sont séparées par un plateau accumulateur.

Le liquide sortant du D107 est réinjecté comme reflux froid à une température de - 29°C et une pression de 27.5 kg/cm², la pression du reflux est élevée par la pompe P103 qui oriente le reflux vers le premier plateau, une solution de MEG est injectée dans la canalisation du reflux, les liquides descendant des plateaux supérieurs de C101 s'accumule dans le plateau fixe, puis s'écoule par gravité à une température de 40°C vers le séparateur hydrocarbures/glycol D106, les hydrocarbures ainsi récupérés retournent via la pompe P102 dans C101 au 13^{ème} plateau, la solution de MEG hydratée est récupérée complètement est envoyée vers la section de régénération.

Du fond de la colonne C101 sort un liquide dont une partie passe par la pompe P101 dans le rebouilleur H101 pour la chauffée de 146.8°C jusqu'à 173.3°C avant de retourner dans la colonne comme reflux chaud (rebouillage), l'autre partie à une température de 146.8°C alimente le débutaniseur C102 au niveau du 21^{ème} plateau.

Le débutaniseur est constitué de 32 plateaux à clapets sa pression est de 14 kg/cm², les vapeurs de tête de C102 sont refroidies et condensées dans l'aéroréfrigérant E108 de 68°C jusqu'à 48°C, et se dirige vers le ballon de reflux D108, une partie du liquide sortant passe à travers la pompe P105 et entre dans le premier plateau de C102 comme étant reflux froid et l'autre partie en tant que GPL produit est envoyée vers la section stockage et de transfert.

Une partie du résidu passe par la pompe P104, entre dans le rebouilleur H102, s'échauffe de 185°C jusqu'à 204°C et retourne dans la colonne comme rebouillage. L'autre partie du résidu passe par les tubes de E104 pour chauffer l'alimentation de C101, ce résidu se refroidi de 185°C jusqu'à 84°C, puis subit un autre refroidissement dans l'aéroréfrigérant E107 de 84°C à 35°C, ensuite il s'écoule vers la section de stockage et de transfert de condensât.

II.3. Le sous-système choisi pour étude

Il est important (et souvent nécessaire) de morceler les installations. L'analyse d'un système (ou sous-système) est largement plus aisée à réaliser. L'analyse doit porter sur les différentes parties ainsi définies, mais également sur les relations pouvant exister entre les différentes parties étudiées ou à l'intérieur même d'un système. Ceci lui permet d'avoir une vue globale du danger des installations et de la localisation de ce danger.

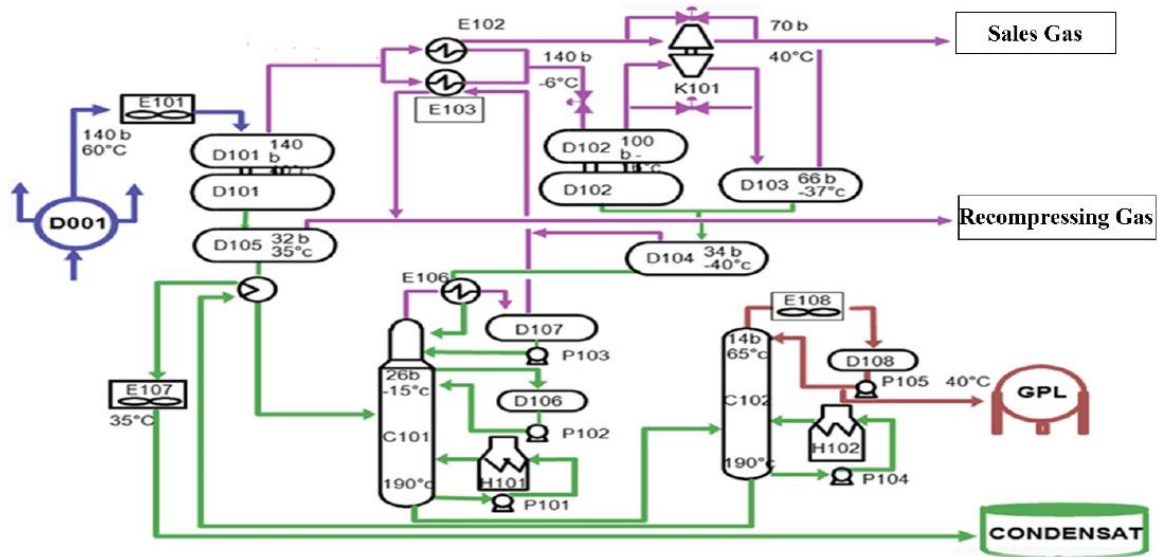


Figure 7. Schéma fonctionnel du MPP2 (SDC) [18].

II.3.1. Définition de principaux composants de ce sous système

Tableau 2. Définitions de principaux composants de sous-système [19].

Le sous système	Composants	Equipment			
Section gaz brut	La vanne XV 920	Détecteurs	Alarmes/déclenche	Vannes	Souppapes
	Diffuseur D001	PIC139 : Contrôleur et indicateur de pression (P=121kg/cm ² ; T=62°C).	PICAH139	PCV 139	
	Aéroréfrigérant E101	TIC 101 (P=102kg/cm ² , T=40°C) (température indicateur control).		TCV 101	
	Séparateur D101A et B	LIC 101 (P=101kg/ T=35°C) (niveau indicateur control) PIC 144 : (P=101kg/cm ² , T=35°C). Pression indicateur control	PZH102 LICAH101 et 102 LZH103	LCV 101 LCV 102	PSV 102 A et B
	Échangeurs E102AB/ CD/ EF et E103AB				PSV111
	Côté condensats v 101			V 101	
	Côté Eau v 102			V102	
	Côté GAZ : jusque vanne Joule Thompson PRC108			V PRC 108	

	Vanne FICV101B				PSV103ABC
	Séparateur D102A et B,	LIC 105, Détecteur de gaz	LICAH 105, LZH 107, PRCAH108, PZH109	LICV 105 LICV 106	
	Séparateur D104 et D105				
	Turbo-expander K101		PZH 114	Vanne UZ 109/136	PSV104
	Séparateur D103		LICAH 108, LZH 109 PAH113, PAH113, PZH114	LICV 110 LICV 108 HIC107	
	Vanne HXCV 114 de by-pass			HICV 114 PICV 136	
	Reservoir D015				
	Vanne de by-Pass (HICV115)				
	Vanne UZV108/137 (compresseur)		PDAH1008 PDZH1009 XIZ1001-1002	HIC115 de by-pass	

II.3.2. Matrice de risque de l'Enterprise (SONATRACH 2009)

Après l'identification des risques et problèmes potentiels, une évaluation du risque a été réalisée en identifiant la probabilité d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences. Cette évaluation s'est basée sur le principe de la matrice de risque. Les conséquences étaient classifiées en deux catégories : S (la Sécurité) ; E (l'Environnement).

Le but final était d'identifier tous les accidents majeurs relatifs aux installations du centre régional de Hassi R'Mel - Sud. Un accident majeur a été défini comme ayant une gravité de 3 ou 4 en présence d'un produit dangereux. La matrice de risque utilisée pour la cotation est la matrice définie par SONATRACH DP. Les classes de gravité et de probabilité sont décrites en détails ci-après :

Tableau 3. Matrice de risque de SONATRACH 2009.

Gravité	1				
	2				
	3				
	4				
		1	2	3	4
Probabilités					

Tableau 4. Niveaux de risque.

Classification Des Risques	Description
	Acceptable
	Améliorable

Inacceptable

Tableau 5. Echelle de gravité.

Gravité	Personnel	Environnement	Public	Production/biens
G4	Plusieurs décès	Pollution hors limites de longue durée	Décès	Domage important et arrêt total de la production
G3	Incapacité permanente ou 1 décès	Pollution interne non maîtrisée ou pollution hors limite maîtrisée	Blessures significatives	Domage localisé et arrêt partiel d'unité
G2	Blessures significatives	Pollution interne Maîtrisée	Blessures mineures	Domages mineurs et arrêt bref de la production
G1	Blessure mineures	Mineure	Pas d'incidence	Pas de dommage, pas d'arrêt de production

Tableau 6. Echelle des occurrences.

Probabilité	Description	Fréquence
P4	Très probable S'est produit fréquemment au sein de Sonatrach	1/ ans
P3	Probable S'est produit (ou pourrait se produire) au sein de Sonatrach, pourrait se produire pendant la durée de vie de l'installation	1/10 ans
P2	Peu probable Déjà (ou pourrait se) rencontré dans une organisation similaire à Sonatrach	1 / 20 ans
P1	Improbable Jamais rencontré ou entendu parler mais physiquement possible (ou rarissime)	<1 / 50 ans

II.4. Application de la méthode HAZOP et AdE :

II.4.1. HAZOP

Pour identifier les scénarios potentiels, HAZOP (Hazard and Operability) est effectué. HAZOP est une approche qualitative utilisée pour l'identification et l'évaluation des dangers. Il étudie l'écart entre les conditions normales et les conditions anormales, ce qui permet à son utilisateur de faire des suppositions intelligentes dans l'identification des problèmes de danger et de fonctionnement. Le tableau présente les scénarios potentiels pouvant conduire à un incendie et une explosion, à l'arrêt du procédé et aux impacts environnementaux et les différentes barrières qui atténuent ces conséquences.

Tableau 7. Feuille de présentation HAZOP.

Pression					
Mot clé	Déviations	Causes possibles	Conséquences	Moyen de prévention	Moyens de Sécurité
Haute	Haute pression	Augmentation de la température. Défaillance de l'indicateur de pression et du contrôleur PIC139.	La pression augmente dans le D101, Rupture du séparateur d'admission D101, Incendie, Explosion Flash fire, Pool fire,	Alarme haute pression PZAH102 Alarme haute pression PICAH 139	Opérateur Soupapes de surpression (PCV HXC) Vanne manuelle XV-920

			Explosion de nuage de vapeur (VCE)	Indicateurs de pression Possibilité de by-passer la vanne PCV101 manuellement	Cuvette de rétention sous le D101 Réseau fixe de lutte incendie Moyens mobiles de lutte incendie PII Système d'évacuation d'urgence
Niveau					
Mot clé	Déviations	Causes possibles	Consequences	Moyen de prévention	Moyens de Sécurité
Plus	Plus de niveau	L'opérateur ne manipule pas la vanne manuelle XV 920 (reste ouverte) Défaillance de l'indicateur de pression et du contrôleur PIC139	Arrêt du processus Très haute pression à l'intérieur Le séparateur d'admission D101 peut provoquer un incendie et une explosion Niveau élevé dans le variateur D101 vers HP Flare, formation de givre dans les tubes de l'échangeur (E102) avec rupture potentielle de canalisations, endommagement du calendrier avec dégagement de gaz dans l'atmosphère.	Alarme haute pression PICAH 139 en cas d'augmentation de pression dans le D101 (due à une montée de niveau) Indicateurs de niveau Alarmes de haut niveau LICAH101/102	Vanne de régulation PIC 139 L'opérateur (salle de contrôle) actionne les vannes de dérivation de la ligne liquide LICV 101A de D101 à D105 ou LICV 101B à D003A. Dalle de rétention sous le D101. Réseau fixe de lutte incendie. Moyens mobiles de lutte incendie. PII (plan d'intervention interne) Procédure d'arrêt d'urgence

II.4.2. Application de méthode AdE

Pour maintenir la pression interne limitée aux valeurs de conception, l'indicateur et contrôleur de pression PIC139 ouvre la soupape de sécurité PCV139 lorsque la pression dans le séparateur d'admission D101 augmente (102 Bar). En cas de défaillance de la soupape de sécurité PCV139 et que la pression à l'intérieur de D101 dépasse 103 Bar, le gaz est évacué vers la torche. A cet effet, le signal du capteur haute pression PIC144 ouvre automatiquement la soupape de surpression PCV101. La défaillance de ce dernier entraîne l'ouverture de la deuxième soupape de surpression HXC102. De plus, une alarme haute pression PICAH 39 avertit l'opérateur de fermer la vanne manuelle XV-920 et prend les mesures appropriées en cas de défaillance de la vanne de sécurité. Les différentes composantes liées aux scénarios d'accidents du processus sont décrites dans le tableau 8.

Un modèle d'arbre d'événements est construit pour montrer les chemins menant aux scénarios d'accident comme la représentation de la figure 8.

Afin d'effectuer les calculs et de déterminer les conséquences du scénario, les probabilités de rupture des barrières et des autres composants sont données dans le tableau 8.

Tableau 8. Différentes composantes liées aux scénarios accidentels du processus et leurs probabilités d'occurrence [20].

<i>Composants</i>	<i>Description</i>	<i>Probabilités de défaillance</i>
PICAH139	Alarme	0.0183
Operator	Humain erreur	0.01
PIC144	Pression indicateur et control	2.12E-4
PCV139	Vanne de régulation	2.2E-4
XV920	Manual valve	0.1393
PCV101	Soupape de limitation de pression	0.1
HXC102	Soupape de limitation de pression	0.1

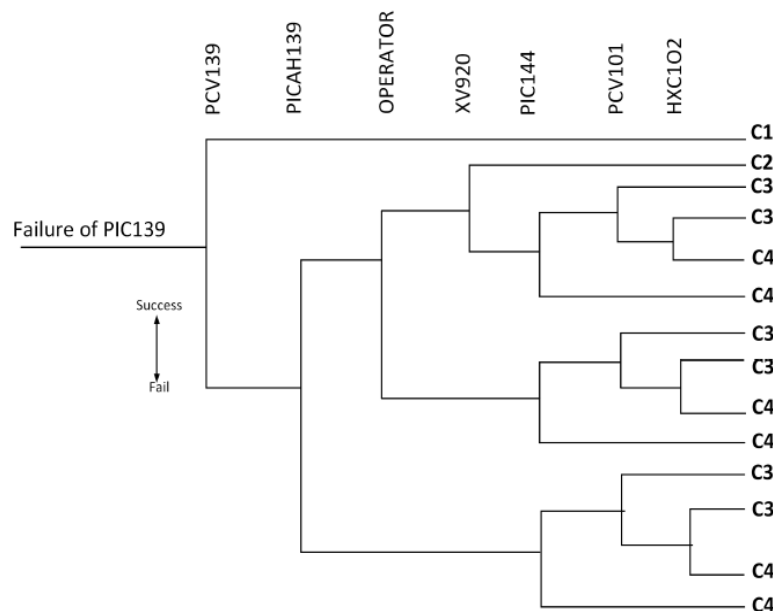


Figure 8. Arbre d'événements pour les scénarios d'accident [20].

Résultats et discussion

Les résultats de la figure 8 sont présentés dans le tableau 9. De l'analyse HAZOP, trois conséquences majeures sont distinguées ; Augmentation de la pression dans le D101, Libération de gaz dans l'atmosphère, Incendie et explosion. De plus, un autre état indique la situation sûre nommée Situation sous contrôle. Les quatre probabilités de conséquences possibles sont calculées et présentées dans le tableau 9. Par rapport aux critères d'acceptation des risques décrits précédemment, la situation dangereuse pour le procédé est « l'augmentation de la pression dans le D101 » avec une fréquence d'occurrence de « $1,82 \times 10^{-5}/\text{an}$ ». Pour éviter de telles conséquences, deux alarmes de niveau haut LICAH101/102 sont installées dans le

processus. Leur rôle est d'alerter l'opérateur (salle de contrôle) pour actionner s'il ouvre les vannes de dérivation de la ligne liquide LICV 101A de D101 à D105 ou LICV 101B à D003A, ce qui permet de diminuer la pression dans le D101.

Tableau 9. Fréquences des conséquences. [17]

Conséquences	Description	Fréquences (/an)
C1	Situation sous contrôle (Situation sûre)	0.999978003
C2	La pression augmente dans le D101	1.84E-5
C3	Libérer du gaz dans l'atmosphère	3.56E-6
C4	Incendie et explosion	3.7E-8

Recommandation

Enfin, lorsque le niveau de risque résiduel n'est pas acceptable, des recommandations sont formulées. Finalement, sur la base des recommandations formulées par le groupe de travail, une évaluation du risque a démontré que celui-ci pouvait être rendu acceptable.

Une série de recommandations furent formulées pour un niveau de risque initialement acceptable. L'implémentation de ces recommandations n'est pas prioritaire, cependant, c'est au centre régional d'Hassi R'Mel d'évaluer la nécessité de mettre en œuvre un plan d'actions.

Globalement, les recommandations sont de l'ordre de :

- Inspection périodique de vanne de régulation PCV139 et vanne d'arriver de gaz XV920.
- Inspection périodique des soupapes de sécurités PCV101 et HXC102.
- Maintenance préventive de toutes les vannes dans la station.
- Ajouter une vanne de régulation de niveau dans le ballon D101.
- Autre recommandation peut être données pour améliorer la sécurité du procédé ; une autre soupape de sécurité doit être mise en place en redondance avec la soupape de sécurité PCV139.
- L'implémentation de barrières de prévention/protection : alarmes hautes et très hautes de température, signalisation/pictogrammes, fiabilisation de barrières existantes...
- La philosophie de démarrage d'un train qui autorise de tout envoyer à la torchère plutôt que d'éventuellement réinjecter dans le réservoir.
- La vérification : design des installations, adéquation des barrières...

Conclusion Générale

L'objectif de la méthode décrite dans ce Mémoire est avant tout de fournir une méthode d'évaluation qualitative et relativement simple pour évaluer la performance des barrières techniques de sécurité, applicable en groupe de travail, notamment lors de la réalisation d'analyse des risques.

Un des principaux intérêts de la méthode « HAZOP » est qu'elle permet de présenter clairement tous les risques et identifier les moyens de détection existants dans le système et des recommandations sur les barrières de sécurité nécessaires pour limiter l'endommagement de ces risques.

Une analyse par arbre d'événements « AdE » convient bien à l'étude des procédés complexes qui ont plusieurs barrières de protection ou procédures d'urgence pour réagir à un événement déclencheur spécifique.

Pour une analyse de plus en plus fine du risque, il s'avère intéressant d'utiliser deux ou plusieurs méthodes d'analyse et compte tenu de la nature de notre problème qui se trouve à l'unité de traitement de gaz Hassi R'Mel, ce choix est dicté par le risque que présente le produit Gaz (liquide inflammable) est l'utilisation de deux méthodes d'analyse est largement justifié pour traiter ce problème.

Cette étude nous a permis en premier lieu d'identifier les événements redoutés et de vérifier l'efficacité des barrières de sécurité existantes dans notre système. De plus, des mesures de préventions et de protection sont proposées afin de minimiser les conséquences des accidents et d'améliorer la sécurité de la station.

Bibliographie

- [1] N. E. 61508, *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*, 2002.
- [2] Larousse, *Risque dans Dictionnaire*, 2020.
- [3] L. Robert, *Le risque dans Le robert*, 2021.
- [4] M. f. d. l. e. d. T. O. 2002., *L'analyse des risques*, <http://www.meta.fgov.be>, Octobre 2002.
- [5] M. MOHAMMED, *L'analyse fonctionnelle à l'analyse de défaillance, une démarche méthodologique*, 2003.
- [6] B. Mounir et H. Sami, *Etude de Management des Risques dans le domaine des Hydrocarbures. Promotion*, 2004.
- [7] Y. MORTUREUX, *La sûreté de fonctionnement: Démarches pour maîtriser les risques*, Techniques de l'Ingénieur.
- [8] E. FI, *Formation ingénieurs SHE SONATRACH aval compléments sur la quantification des conséquences et des risques d'accident. Partie 2 : Analyse quantitative des Risques / QRA*.
- [9] J. GUIOCHET, *Maîtrise de la sécurité des systèmes de la robotique de service, approche UML basée sur une analyse du risque système*, L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES DE TOULOUSE, 9 juillet 2003.
- [10] INERIS, *Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (Ω -6), Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS)*, Mai 2003 .
- [11] I. 61882, *Etudes de danger et d'exploitabilité(études HAZOP) –Guide d'application*, 2001.
- [12] INERIS, *Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (Ω -7), Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle*, Mai 2003..
- [13] I. 62502, *Techniques d'analyse de la sûreté de fonctionnement – Analyse par arbre d'événement (AAE)*, 2010.
- [14] R. Ferdous, F. Khan, R. Sadiq, P. Amyotte et B. Veitch, «Handling data uncertainties in event tree analysis,» *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 87, pp. 283-292, 2009.
- [15] Rapport, *Analyse des Risques et Prévention des Accidents Majeurs*, Avril 2004.
- [16] J. C. Couronneau, *Mise en ouvre de la nouvelle approche d'analyse des risques dans les installations classées*.
- [17] H. Zerrouki et H. Smadi, «Bayesian Belief Network Used in the Chemical and Process,» *Journal of failure analysis and prevention*, vol. 17, 2016.
- [18] Z. Abdelkader et Z. Hamza, *Evaluation des Risques Générés par des Procédés Industriels du Traitement de Gaz Cas de MPP2, SONATRACH*, Batna: Département de Sécurité Industrielle, université de Batna, 2013.
- [19] Z. hamza, *Contribution to the modeling of industrial processes using Oriented Object Bayesian Networks*, Batna, Institute of Industrial Health and Safety: University of Batna 2, 2018.

Résumé

L'objet de notre étude est d'avoir une notion des risques et accidents industriels majeurs autour d'un champ Hassi R'mel, et description des méthodes de les analyser et ensuite les gérer.

Notre mémoire subdivise en deux chapitres :

Le premier chapitre présent les principes d'analyse et de gestion des risques majeurs. Nous allons d'abord identifier les notions de bases concernant les risques majeurs et les méthodes de les analyser.

Dans le deuxième chapitre, nous allons essayez d'appliquer ces méthodes sur le champ industriel à Hassi R'mel pour identifier et analyser les risques majeurs et proposée des mesures d'amélioration ou de prévention face aux ces risques.

Abstract

The object of our study is to have a notion of the risks and major industrial accidents around a Hassi R'mel field, and description of the methods to analyze them and then manage them.

Our brief is subdivided into two chapters:

The first chapter presents the principles of analysis and management of major risks. We will first identify the basics of major risks and the methods of analyzing them.

In the second chapter, we will try to apply these methods in the industrial field in Hassi R'mel to identify and analyze the major risks and propose measures to improve or prevent these risks.

ملخص

الهدف من دراستنا هو الحصول على فكرة عن المخاطر والحوادث الصناعية الكبرى حول حقل حاسي الرمل ، ووصف طرق تحليلها ثم إدارتها ينقسم موجزنا إلى فصلين :

يعرض الفصل الأول مبادئ تحليل وإدارة المخاطر الكبرى. سنقوم أولاً بتحديد أساسيات المخاطر الكبرى وطرق تحليلها.

في الفصل الثاني ، سنحاول تطبيق هذه الأساليب في المجال الصناعي في حاسي الرمل لتحديد وتحليل المخاطر الرئيسية واقتراح تدابير لتحسين أو منع هذه المخاطر .