REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Hygiène et sécurité industrielle
Spécialité : Hygiène et sécurité industrielle

Amélioration de la sécurité de Bac de Stockage « A 302 – Brut » de la Raffinerie d'Alger Sonatrach – Application de la méthode HAZOP

Présenté par :

BENAMER Abdeldjallil

Proposé et Dirigé par :

Pr. SARRAI Abdelaziz

2023/2024

Dédicace

*Je tiens avant tout à exprimer ma profonde gratitude à **Allah**, qui m'a insufflé le courage et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail modeste, fruit de plusieurs années de labeur acharné. C'est grâce à Sa guidance et à Sa bienveillance que j'ai pu surmonter les obstacles et atteindre mon objectif.*

*Je suis également reconnaissant envers **mes très chers parents et Mani**, qui ont toujours été présents pour moi et qui m'ont inculqué un modèle exemplaire de travail et de persévérance. J'espère que ce travail témoignera de ma reconnaissance et de mon amour inconditionnel pour eux.*

*Mes remerciements s'adressent également à **mes frères et sœurs**, ainsi qu'à tous ceux qui ont partagé avec moi les moments de joie et d'épreuves lors de la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à remercier **Mr SARRAI Abdelaziz et tous mes enseignants** pour leur précieux encadrement et leur contribution à mon parcours d'études.*

*Enfin, je suis reconnaissant envers **tous mes amis** qui m'ont toujours encouragé et soutenu. Je leur souhaite plein succès dans leurs projets futurs.*

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers tous ceux qui m'ont aidé et soutenu dans les moments difficiles. Tout d'abord, je remercie **ALLAH** de m'avoir guidé et donné le courage et la force d'accomplir ce modeste travail.

Je remercie **mes parents**, qui ont toujours été présents pour moi et qui m'ont inculqué un modèle exemplaire de travail et de persévérance. J'espère que ce travail témoignera de ma reconnaissance et de mon amour inconditionnel pour eux.

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements à mon promoteur, **M. SERRAI Abdelaziz**, pour sa guidance et sa patience en répondant à mes questions.

Je tiens également à adresser mes profonds remerciements à **M. KHOUDER Djaber**, Ingénieur d'hygiène et sécurité environnementale à la raffinerie d'Alger, pour sa patience, son encouragement et ses précieuses orientations qui ont aidé à structurer ce travail et à améliorer sa qualité.

Je rends hommage aux **membres du jury** qui ont accepté de juger ce modeste travail et d'adopter leurs réflexions et leurs critiques scientifiques.

Enfin, j'exprime ma gratitude à tous les enseignants et les employeurs de notre **Université YAHIA FARES de Médéa**, ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont encouragé et soutenu de près ou de loin durant la réalisation de ce travail.

ملخص :

تلعب السلامة في المصافي دوراً رئيسياً، خاصة عندما يتعلق الأمر بموارد التخزين التي تحتوي على مواد قابلة للاشتعال وخطرة. يهدف هذا المشروع إلى تعزيز سلامة هذه الخزانات الحيوية داخل مصفاة سوناطراك الجزائر باستخدام منهجية HAZOP (دراسة المخاطر والإمكانية التشغيلية).

سيتم استخدام HAZOP، وهي تقنية تحليل منهجية ومنظمة، لتحديد المخاطر المحتملة والانحرافات عن التشغيل العادي المرتبطة بخزانات التخزين. سيؤدي التحليل المتعمق لكلمات توجيه HAZOP إلى اقتراح إجراءات وقائية وتصحيحية لتقليل المخاطر وتحسين سلامة المنشآت.

سيساهم هذا المشروع في الحد من مخاطر الحوادث الكبرى والتسريبات والحرائق، مع حماية البيئة وضمان استمرارية عمليات التكرير. بالإضافة إلى ذلك، سيعمل على تعزيز كفاءات مهندسي وفنيي المصفاة في مجال إدارة السلامة وتحليل المخاطر.

كلمات مفتاحية:HAZOP إدارة المخاطر، السلامة الصناعية، موارد التخزين، مصفاة سوناطراك الجزائر، انحراف.

Résumé :

La sécurité dans les raffineries est d'une importance capitale, d'autant plus lorsqu'il s'agit des bacs de stockage qui abritent des produits inflammables et dangereux. Ce projet vise à renforcer la sécurité de ces bacs critiques au sein de la Raffinerie d'Alger Sonatrach en employant la méthode HAZOP (Hazard and Operability Study).

HAZOP, une technique d'analyse systématique et structurée, permettra d'identifier les dangers potentiels et les déviations de fonctionnement liés aux bacs de stockage. Une analyse approfondie des points de guide HAZOP conduira à la proposition de mesures préventives et correctives pour minimiser les risques et optimiser la sécurité des installations.

Ce projet contribuera ainsi à réduire les risques d'accidents majeurs, de fuites et d'incendies, tout en préservant l'environnement et en garantissant la continuité des opérations de la raffinerie. De plus, il permettra de renforcer les compétences des ingénieurs et techniciens de la raffinerie en matière de gestion de la sécurité et d'analyse des risques.

Mots clés : HAZOP, gestion des risques, sécurité industrielle, bacs de stockage, Raffinerie d'Alger Sonatrach, dérive

Abstract :

Safety in refineries is so important, especially when it comes to storage tanks containing flammable and hazardous materials. This project aims to strengthen the safety of these critical tanks at the SONATRACH Algiers Refinery by employing the HAZOP (Hazard and Operability Study) methodology.

HAZOP, a systematic and structured analysis technique, will be used to identify potential hazards and deviations from normal operation associated with the storage tanks. A thorough analysis of HAZOP guide words will lead to the proposal of preventive and corrective measures to minimize risks and optimize the safety of the facilities.

This project will contribute to reducing the risk of major accidents, leaks, and fires, while also protecting the environment and ensuring the continuity of refinery operations. Additionally, it will strengthen the competencies of the refinery's engineers and technicians in safety management and risk analysis.

Keywords: HAZOP, risk management, industrial safety, storage tanks, Sonatrach Algiers Refinery, deviation

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de la Méthode HAZOP

Figure I.1. Le schéma de déroulement de la méthode HAZOP

Chapitre II : Présentation de la raffinerie Sidi-Arcine Alger et Description des bacs de stockages

Figure II.1. Vue aérienne de la raffinerie d'Alger

Figure II.2. Organigramme de l'entreprise

Figure II.3. Organigramme de département sécurité industrielle

Figure II.4. L'unité de distillation atmosphérique (Unité 100)

Figure II.5. L'unité de Gas Plant (Unité 300)

Figure II.6. L'unité craquage catalytique du fuel (Unité 530)

Figure II.7. L'unité de traitement du Naphta (Unité 500)

Figure II.8. L'unité de traitement du soufre

Figure II.9. La zone utilités

Figure II.10. Service de maintenance

Figure II.11. Bac de stockage

Figure II.12. Sphère de stockage Gaz

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation de la méthode HAZOP

Tableau I.1. Rôle Equipe d'étude HAZOP
Tableau I.2. Le tableau d'HAZOP

Chapitre II : Présentation de la raffinerie Sidi-Rcine-Alger et Description de les bacs de stockages

Tableau II.1. Les bacs de stockage Liquides (Ancien parc)

Tableau II.2. Les bacs de stockage Liquides (Nouveau parc)

Tableau II.3. Stockage de gaz (Butane et Propane)

Chapitre III : Application la méthode HAZOP sur le bac de Stockage A302 - Brute

Tableau III.1. Les caractéristiques du bac A302-Brute

Tableau III.2. Application de HAZOP – Paramètre de Niveau

Tableau III.3. Application de HAZOP – Paramètre de Température

Tableau III.4. Application de HAZOP – Paramètre de débit

Tableau III.5. Application de HAZOP – Paramètre de Pression

Tableau de matiéres

- **Remerciements**
- **Dédicaces**
- **Résume**
- **Liste des figures**
- **Liste des tableaux**
- **Tableau de contenu**
- **Introduction générale**

Chapitre I : Présentation de la méthode HAZOP

I.1. Introduction sur l'analyse de risque

I.1.1. Analyse de risque
I.1.2. Identification d'un risque
I.1.3. Estimation d'un risque
I.1.4. Evaluation d'un risque
I.1.5. Acceptation du risque
I.1.6. Risque Acceptable
I.1.7. Réduction du risque
I.1.8. Les méthodes d'analyse de risque

I.2. Présentation de la méthode HAZOP

I.2.1. Historique de la méthode HAZOP
I.2.2. Définition de la méthode HAZOP
I.2.3. Limites et avantages de la méthode d'analyse des risque HAZOP
I.2.4. Critères de choix
I.2.5. Sécateurs d'activités
I.2.6. Principe de la méthode HAZOP
I.2.7. Equipe d'étude HAZOP
I.2.8. Déroulement de l'HAZOP
I.2.9. Example de tableau HAZOP

Chapitre II : Présentation de la raffinerie d'Alger et Description de les bacs de stockages

II.1. Présentation de la raffinerie Sidi-Arcine Alger

II.1.1. Historique
II.1.2. Localisation géographique de la raffinerie
II.1.3. Produit de la raffinerie

II.2. Vue d'ensemble de la raffinerie

II.2.1. Historique de la raffinerie
II.2.2. Localisation Géographique de La raffinerie

II.3. Présentation de la raffinerie Sidi Arcine-Alger

II.3.1. Produits de la raffinerie d'Alger
II.3.2. Organisation générale de la société
II.3.2.1. Service intervention
II.3.2.2. Service prévention
II.3.2.3. Service télésurveillance et contrôle d'accès
II.3.2.4. Service protection de l'environnement

II.4. Description le parc de stockage

II.4.1. Stockage de pétrole brut
II.4.2. Stockage des produits finis et intermédiaires
II.4.3. Stockage des Gaz (Sphère)

Chapitre III : Application la méthode HAZOP sur le bac de stockage A302 - Brut

III.1. Introduction
III.2. Identification de système
III.3. Les composants du bac A302
III.4. Fonction du bac A302
III.5. Les feuilles d'analyse
III.6. Recommandation

- **Conclusion générale**
- **Références bibliographique**

Introduction

La sécurité industrielle est un enjeu majeur pour les raffineries, où des substances dangereuses sont manipulées et stockées. La raffinerie d'Alger - SONATRACH, s'efforce de maintenir des standards élevés de sécurité pour protéger les personnes, les installations et l'environnement. Le bac de stockage A302, d'une capacité de 35 000 m^3, joue un rôle crucial dans le stockage de brut à pression atmosphérique. Afin de garantir la sécurité de cette installation, il est essentiel d'identifier et de gérer les risques potentiels.

La méthode HAZOP (Hazard and Operability Study) est largement reconnue pour son efficacité dans l'analyse systématique des risques et des problèmes d'opérabilité des installations industrielles. Cette méthode consiste à examiner les déviations par rapport aux conditions normales de fonctionnement pour identifier les dangers potentiels et leurs causes. En appliquant la méthode HAZOP au bac de stockage A302, nous pouvons évaluer les risques associés et proposer des mesures correctives pour renforcer la sécurité de l'installation.

L’objectif de cette étude est d'améliorer la sécurité du bac de stockage A302 en utilisant la méthode HAZOP pour identifier les risques et proposer des améliorations. Cette approche permet non seulement de réduire la fréquence et la gravité des accidents, mais aussi d'optimiser les procédures de sécurité et de maintenance, contribuant ainsi à une exploitation plus sûre et plus fiable de la raffinerie d'Alger.

Chapitre I : Présentation de la Méthode HAZOP

I.1. Introduction sur l’analyse de risque

I.1.1. Analyse des risques :

L'analyse du risque, telle que définie dans le guide ISO/CEI 51, consiste à utiliser les données disponibles pour repérer les dangers potentiels et évaluer le niveau de risque associé. Elle commence par identifier les sources de danger et les situations susceptibles de causer des préjudices aux personnes, à l'environnement ou aux biens. Ensuite, elle met en évidence les mesures de sécurité existantes pour prévenir les situations dangereuses **barrières de prévention** ou en atténuer les conséquences **barrières de protection**.[1]

I.1.2. Identification d’un risque :

Il s'agit d'identifier tous les risques auxquels les travailleurs peuvent être exposés dans chaque unité de travail. Cette identification repose sur l'analyse des documents internes, des postes et des situations de travail, ainsi que sur l'écoute des travailleurs et de leurs représentants. Elle doit également prendre en compte les risques temporaires liés à certaines activités ponctuelles comme l'inventaire ou le nettoyage technique effectué par la maintenance lors de l'arrêt de l'activité. Les écarts possibles entre le travail prescrit et le travail réel doivent être considérés.

Ce travail consiste à examiner :

- La nature des dangers.
- Le nombre de personnes potentiellement exposées.
- Le lieu et la durée d'exposition.
- Les circonstances d'exposition.

Comment procéder ?

- S'appuyer sur l'observation des situations de travail.
- Demander aux employés de décrire les situations dangereuses telles qu'ils les perçoivent.[2]

I.1.3. Estimation d’un risque :

Une fois ces éléments identifiés, il s'agit d'estimer les risques afin de les classer par ordre de priorité et de les comparer à un seuil de risque jugé acceptable.

Son estimation peut être effectuée de manière semi-quantitative à partir :

- D’un niveau de probabilité que l’accident survienne.
- D’un niveau de gravité de ce dommage.[3]

I.1.4. Evaluation d’un risque :

L'évaluation des risques est une procédure basée sur l'analyse des risques visant à déterminer si un risque tolérable est atteint. Elle consiste en une enquête systématique de tous les risques associés aux postes de travail, aux équipements de travail et aux salariés. Cet outil permet à l'employeur d'assurer la sécurité et la santé des salariés dans leurs postes de travail et de déterminer les mesures de prévention nécessaires. Plusieurs facteurs doivent ainsi être pris en compte.[4]

I.1.5. Acceptation du risque :

La notion d'acceptabilité permet de distinguer ce qui peut être considéré comme tolérable par les parties prenantes en termes de pertes causées par la manifestation d'un aléa. Cette notion peut évoluer avec le temps en fonction de l'avancement de l'information et de la culture du risque. Définie à travers un ensemble de critères appelés "critères d'acceptabilité" (également connus sous le nom de "niveaux de risque" ou "niveaux d'intolérabilité"), elle est rendue opérationnelle grâce à la grille de criticité. Cela permet d'améliorer, de réviser ou de proposer des mesures de réduction des risques, et par conséquent, de reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risques. [5]

I.1.6. Risque Acceptable :

Selon les normes OHSAS 18001/ISO 45001, un risque acceptable est un risque réduit à un niveau tolérable pour un organisme, en tenant compte de ses obligations légales et de sa politique de santé et de sécurité au travail. D'après le "Health and Safety Executive" (HSE) du Royaume-Uni, un risque acceptable est considéré comme « négligeable ». Un risque « tolérable » n'est pas négligeable, mais les personnes sont prêtes à l'accepter s'il présente des avantages et s'il est bien contrôlé. Les limites maximales de risques admises par les normes de sécurité se basent sur le risque tolérable, en insistant sur l'importance de mettre en place des mesures « raisonnables » et/ou « praticables » pour réduire le risque à un niveau « négligeable ». Au-delà de ce seuil, il n'y a aucune obligation de prendre des mesures supplémentaires pour réduire le risque. [6]

I.1.7. Réduction du risque :

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) fait référence à l'ensemble des actions ou dispositions prises pour diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque spécifique. Ces mesures doivent être envisagées dès que le risque est jugé inacceptable. De manière générale, les mesures de maîtrise du risque comprennent :

- La prévention, visant à réduire la probabilité d'occurrence de la situation dangereuse à l'origine du dommage.
- La protection, visant à limiter la gravité du dommage considéré.

Les mesures de réduction du risque doivent être envisagées et mises en œuvre tant que le risque est jugé inacceptable. [7]

I.1.8. Les méthodes d'analyse de risque :

Naturellement, l'acceptation d'un tel risque dépend de l'établissement préalable de critères définissant ce qui est acceptable. Il existe une multitude d'outils spécialisés dans l'identification des dangers et des risques liés à un processus ou à une installation.

Quelques-unes des méthodes les plus fréquemment utilisées sont :

- L'analyse préliminaire des risques (APR) ;
- L'analyse des modes des défaillances, de leur effet et de leur criticité (AMDEC) ;
- **L'analyse des risques sur schémas type (HAZOP)**
- L'analyse des événements (ADE)
- L'analyse par arbre de défaillances (ADD)
- Le nœud de papillon

I.2. Présentation de la méthode HAZOP :

I.2.1. Historique de la méthode HAZOP :

La méthode HAZOP, pour Hazard and Operability Study, a été développée par la société Imperial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Depuis, elle a été adaptée à divers secteurs d'activité. En 1980, l'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulés « Étude de sécurité sur schéma de circulation des fluides ».

La méthode HAZOP examine systématiquement les dérives des paramètres d'une installation afin d'en identifier les causes et les conséquences. Elle est particulièrement utile pour l'analyse des systèmes thermo-hydrauliques, où des paramètres tels que le débit, la température, la pression, le niveau et la concentration sont essentiels pour la sécurité de l'installation. Cette méthode nécessite notamment l'examen de schémas et de plans de circulation des fluides, ainsi que des schémas PID (Piping and Instrumentation Diagram). [8]

I.2.2. Définition de la méthode HAZOP :

La méthode HAZOP, ou Analyse de Perturbations, est une analyse systématique et formalisée visant à identifier les risques et les problèmes d'opérabilité des installations ou procédés. En déterminant systématiquement les causes et les conséquences des perturbations possibles pendant l'exploitation des installations, cette méthode permet une évaluation de l'intégrité opérationnelle du système étudié.

Une perturbation est définie comme une déviation par rapport aux intentions du concepteur, pouvant survenir aussi bien en fonctionnement normal ou de routine qu'en phases de démarrage, d'arrêt, ou de maintenance des installations. La méthode HAZOP est conçue pour identifier les problèmes potentiels, sans pour autant les résoudre. [9]

I.2.3. Limites et avantages de la méthode d'analyse des risques HAZOP :

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques. Comme l'AMDE, cette méthode est systématique et méthodique. En se concentrant uniquement sur les dérives des paramètres de fonctionnement du système, elle évite de considérer tous les modes de défaillance possibles pour chaque composant, contrairement à l'AMDE.

Cependant, l'HAZOP a des limites, notamment lorsqu'il s'agit d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances. De plus, il peut être difficile d'attribuer un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier, compliquant ainsi l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. Les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées, ce qui signifie qu'une dérive dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences, ou être causée, par une dérive dans une maille voisine, et inversement. Bien qu'il soit possible de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système, cette tâche peut rapidement devenir complexe. [10]

I.2.4. Critères de choix :

- L'application sur les systèmes thermo hydrauliques ;
- Recherche systématique des causes possibles de dérive de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation ;
- Étude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives ;
- Mise en évidence des principaux problèmes d'exploitation et d'entretien ;
- Proposition des mesures correctives appropriées. [11]

I.2.5. Secteurs d'activités :

La méthode HAZOP est la méthode la plus répandue dans le monde pour la prévention des pertes. Elle aborde et étudie les risques pour la sécurité et la santé des personnes, les risques environnementaux ainsi que les risques financiers.

Elle s'applique à de nombreux systèmes industriels dits "thermo-hydrauliques" où des produits (liquides, gaz, solides) sont mis en mouvement dans des installations. Ces systèmes sont particulièrement adaptés à l'HAZOP, car leur fonctionnement peut être facilement caractérisé par des grandeurs physiques mesurables (température, pression, débit) ainsi que par des enchaînements d'opérations (automatiques ou manuelles).

Les analyses de risques de type HAZOP sont requises par l'administration lorsqu'un procédé présente des risques majeurs. [12]

I.2.6. Principe de la méthode HAZOP :

La méthode HAZOP est dédiée à l'analyse des risques des systèmes thermo hydrauliques, où il est essentiel de maîtriser des paramètres tels que la pression, la température, et le débit. Contrairement aux analyses de modes de défaillance, l'HAZOP se concentre sur les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation.

Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération conceptuelle des dérives est effectuée de manière systématique en combinant :
- des mots-clés comme « Pas de », « Plus de », « Moins de », « Trop de »
- les paramètres associés au système étudié, tels que la température, la pression, le débit, la concentration, mais aussi le temps ou les opérations à effectuer.

Mot-clé + Paramètre = Dérive

Par exemple :
- « Plus de » et « Température » = « Température trop haute »
- « Moins de » et « Pression » = « Pression trop basse »
- « Inverse » et « Débit » = « Retour de produit »
- « Pas de » et « Niveau » = « Capacité vide »

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. Le cas échéant, le groupe de travail pourra proposer des mesures correctives à engager en vue de tendre vers plus de sécurité. A l'origine, l'HAZOP n'a pas été prévue pour procéder à une estimation de la probabilité d'occurrence des dérives ou de la gravité de leurs conséquences. [13]

I.2.7. Équipe d'étude HAZOP :

Il est crucial qu'une équipe HAZOP soit composée de personnes offrant un équilibre optimal entre connaissances et expérience sur le type d'usine étudié. Une équipe HAZOP typique inclura :

Nom	Rôle
Président	Explique le processus HAZOP, dirige les discussions et facilite l'étude HAZOP. Personne ayant une Bone expérience de la méthode HAZOP, mais pas directement impliquée dans la conception, afin de garantir le respect scrupuleux de la méthode.
Secrétaires	Consigne les discussions de la réunion HAZOP et fournit un compte-rendu de celles-ci. Consignée les recommandation sou actions.
Ingénieur de procédé	Généralement l'ingénieur responsable de l'organigramme des opérations de procédé et de l'élaboration des diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID).
utilisateur/operateur	Fournit des conseils sur l'utilisation et l'opérabilité du procédé, ainsi que sur l'incidence d'écarts.
Spécialiste C&I	Personne ayant les connaissances techniques adaptées en commandes et instrumentation.
Technicien de maintenance	Personne chargée de la maintenance du procédé.
Représentant de l'équipe de conception	Fournit des détails relatifs à la conception ou des informations supplémentaires.

Tableau I.1 : Rôle Equipe d'étude HAZOP

Les éléments suivants doivent être consultables par l'équipe HAZOP :

- Diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (PID) pour l'installation
- Documentation de philosophie ou de description du procédé
- Procédures de fonctionnement et de maintenance existantes
- Diagrammes de causes et effets (C&E)
- Plans d'aménagement de l'usine [14]

I.2.8. Déroulement de l'HAZOP :

Le déroulement d'une étude HAZOP est sensiblement similaire à celui d'une AMDE et suit les étapes suivantes :

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

Il est également souvent nécessaire de procéder à une estimation de la criticité des dérives identifiées dans le domaine des risques accidentels. La norme CEI 61882 précise qu'il est également possible de dérouler l'HAZOP en envisageant d'abord un mot-clé, puis en lui affectant systématiquement les paramètres identifiés. [15]

Nous avons simplifié les étapes de la méthode dans la figure ci-dessous.

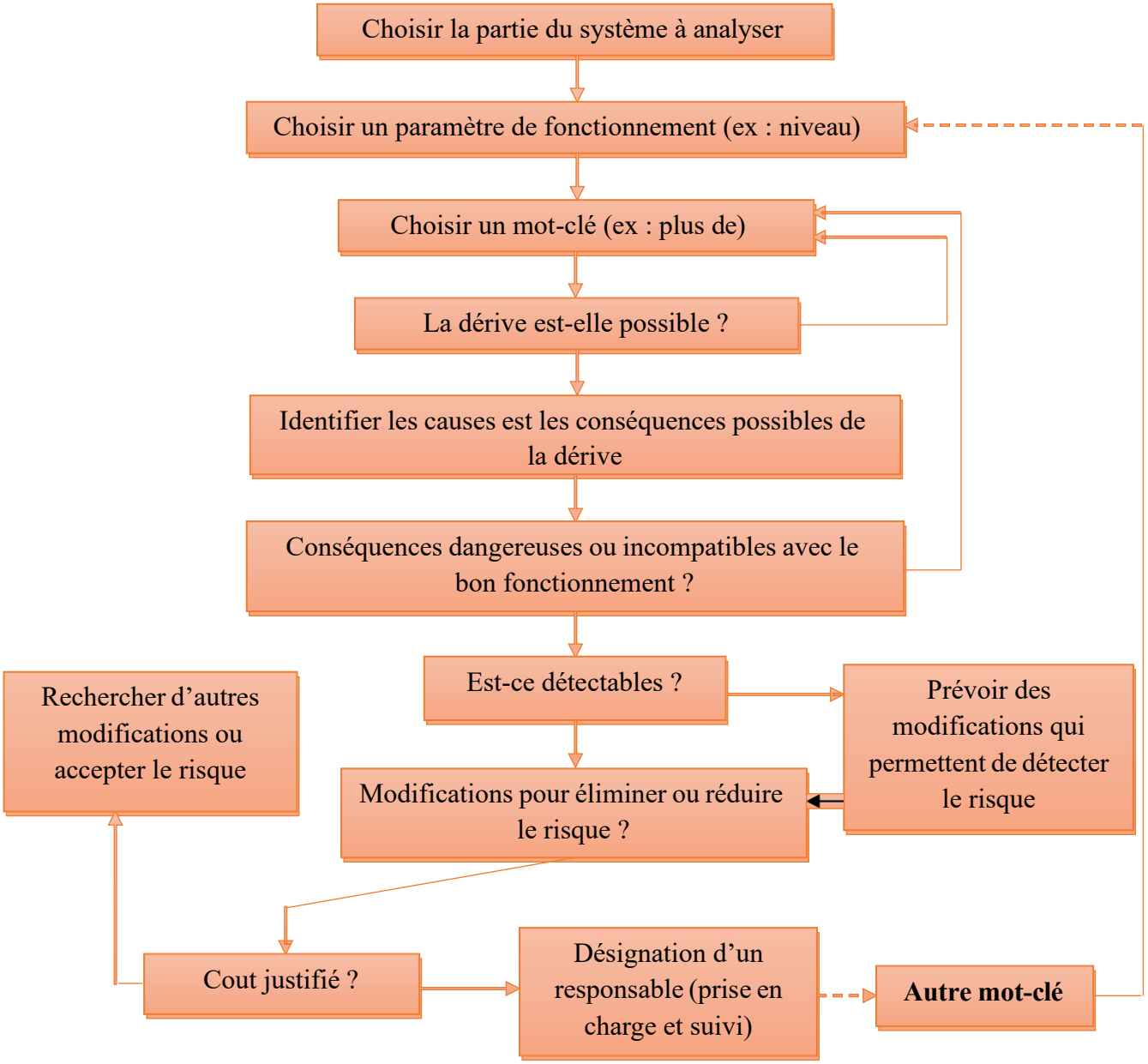


Figure I.1 : Le schéma de déroulement de la méthode HAZOP

I.2.9. Example de tableau d'HAZOP :

UNITE/OPERATION : …….. LIGNE/EQUIPEMENT : …… PARAMETRE : ……					Date : … / …/……	
Mot clé	**Déviation**	**Causes**	**Conséquences**	**Détection**	**Sécurités existantes**	**Propositions d'améliorations**

Tableau I.2 : Le tableau d'HAZOP

Chapitre II : Présentation de la raffinerie Sidi-Arcine Alger et description le parc de stockage

II.1. Présentation de la raffinerie Sidi-Arcine Alger :

II.1.1. Historique

Depuis sa mise en service en février 1964, la Raffinerie d'Alger, anciennement NAFTEC, a été un acteur majeur dans le raffinage et la distribution des produits pétroliers en Algérie.

À l'origine, le raffinage faisait partie intégrante de SONATRACH. En 1982, une division a été effectuée, donnant naissance à l'Entreprise Nationale de Raffinage et de Distribution des Produits Pétroliers (ERDP-NAFTAL). En 1988, cette séparation s'est encore affinée, créant ainsi l'Entreprise Nationale de Raffinage de Pétrole, NAFTEC Algérie.

En avril 1998, NAFTEC est devenue une filiale détenue à 100% par le Holding Raffinage et Chimie de SONATRACH, avec un capital social important, établissant ainsi la Société Nationale de Raffinage de Pétrole, NAFTEC Spa.

L'approvisionnement en pétrole brut a connu des améliorations significatives au fil des années. Initialement alimentée par des tankers reliant Bejaia à Alger, la raffinerie a progressivement intégré un oléoduc provenant de Hassi-Massoud, caractérisé par une faible teneur en soufre et une grande richesse en hydrocarbures légers.

Des travaux d'extension réalisés en 1971, incluant l'installation d'un oléoduc et l'agrandissement du parc de stockage, ont permis d'optimiser les opérations et de répondre aux besoins croissants de la région en produits pétroliers. [16]

II.1.2. Localisation Géographique de La Raffinerie :

La raffinerie d'Alger, établie à Sidi Arcine dans la commune de Baraki, se trouve à environ 20 kilomètres à l'est d'Alger, à une altitude de 20 mètres.

Son site s'étend sur une superficie totale de 182 hectares, dont 96 hectares sont aménagés et clôturés, et est délimité par diverses zones :

Au nord-ouest, on trouve le dépôt NAFTAL GPL et le centre enfuteur.

Au nord, ce sont les habitations d'El Harrach qui bordent la raffinerie.

Au sud, elle est entourée par les habitations de Baraki.

Au sud-est, elle est limitrophe de la Direction Générale de SONATRACH/ACTIVITÉ AVAL/DIVISION RAFFINAGE et du siège de Sonatrach/TRC.

Au nord, nord-ouest, sud-ouest et est, elle est voisine de terrains agricoles.

La connexion à son port pétrolier se fait par une nappe de pipes souterrains longue de 14 kilomètres, avec quelques portions émergentes à l'intérieur de dépôts réglementés et à proximité de zones habitées et d'infrastructures de transport pour traverser des cours d'eau.

Le port pétrolier, situé à l'est de l'enceinte du port d'Alger et également appelé Quai 37, assure la liaison maritime de la raffinerie. [17]



Figure II.1 : Vue aérienne de la raffinerie d'Alger.

II.1.3. Produit de la raffinerie :

La raffinerie d'Alger traite annuellement 2,7 millions de tonnes de pétrole brut. Elle fabrique des GPL (butane et propane) et divers carburants (essence normale et super, kérosène et gasoil) pour approvisionner le marché intérieur. Le fuel et les excédents de naphta sont exportés. Par ailleurs, la raffinerie dispose de capacités de stockage et de moyens d'expédition par pipeline, par bateau et par route. [18]

II.1.4. Organigramme de la raffinerie :

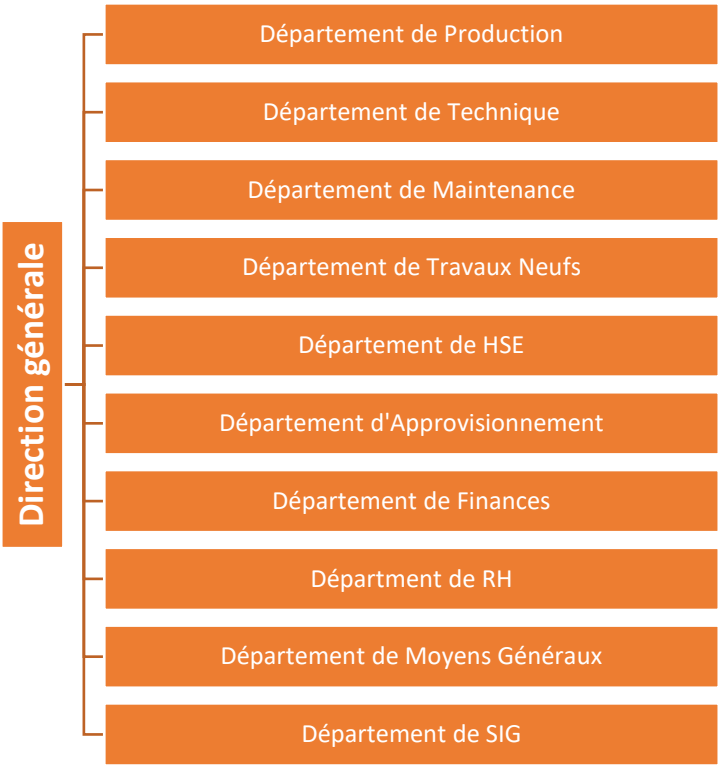


Figure II.2 : Organigramme de l'entreprise.

II.1.5. Organisation de la sécurité de la raffinerie d'Alger :

La politique de sécurité instaurée par la division Raffinage de SONATRACH/ACTIVITÉ AVAL est déployée sur le terrain par le département Hygiène Sécurité et Environnement (HSE), chargé de veiller à son application rigoureuse. Cette politique est formalisée dans un manuel HSE, qui détaille les mesures de sécurité spécifiques à chaque site.

Les manuels opératoires intègrent également la dimension sécurité, en proposant des procédures détaillées propres à chaque unité de l'installation. Ces procédures permettent aux opérateurs de maîtriser les processus et les opérations.

En cas d'incident, la raffinerie dispose de moyens d'intervention adéquats, comprenant des équipements fixes et mobiles, ainsi qu'un personnel formé pour y faire face. Chaque membre du personnel reçoit un manuel de sécurité, qui contient les consignes générales pour la prévention et la lutte contre les incendies.

De plus, la raffinerie et le port pétrolier sont dotés d'un Plan d'Organisation Interne (POI) Incendie/Explosion, assurant une coordination efficace en cas de situation d'urgence. [19]

II.1.6. Organisation du département HSE :

Le département Hygiène, Sécurité et Environnement est structuré en quatre services distincts :

• Service Intervention.
• Service Prévention.
• Service Environnement.

II.1.6.1. Service Intervention :

Ce service, composé de 56 agents, assure de manière continue la surveillance et les interventions sur les installations. Ses principales missions sont les suivantes :

• Protéger et préserver la sécurité du personnel et des biens de l'entreprise.
• Agir en situation d'urgence conformément aux différents plans d'organisation des secours tels que le POI et le Plan ORSEC.
• Collaborer aux opérations d'intervention dans le cadre de l'assistance mutuelle.
• Gérer les installations et les équipements d'intervention et de secours.
• Mettre en œuvre les programmes de formation et d'exercices de lutte contre l'incendie.

II.1.6.2. Service Prévention :

Ce service a pour missions principales :
• Anticiper les risques d'accidents et d'incidents au sein des installations de l'entreprise.
• Garantir la conformité aux normes et réglementations de sécurité.

• Assister et contrôler tous les organes et structures d'exploitation en matière de sécurité.
• Promouvoir et développer une organisation globale en matière d'hygiène et de sécurité.
• Diffuser les consignes de sécurité et sensibiliser l'ensemble du personnel aux règles en matière de sécurité et d'hygiène.
• Contrôler les installations techniques et assurer le suivi des travaux.
• Réaliser des enquêtes et des statistiques sur les accidents du travail.

II.1.6.3. Service Environnement :

Ce service est chargé des missions suivantes :

• Gestion, contrôle et élimination des différents types de déchets, notamment les déchets liquides et solides, les rejets atmosphériques, les pollutions du sol et du sous-sol, les nuisances sonores et lumineuses, ainsi que la potabilité de l'eau.
• Gestion des produits chimiques. [20]

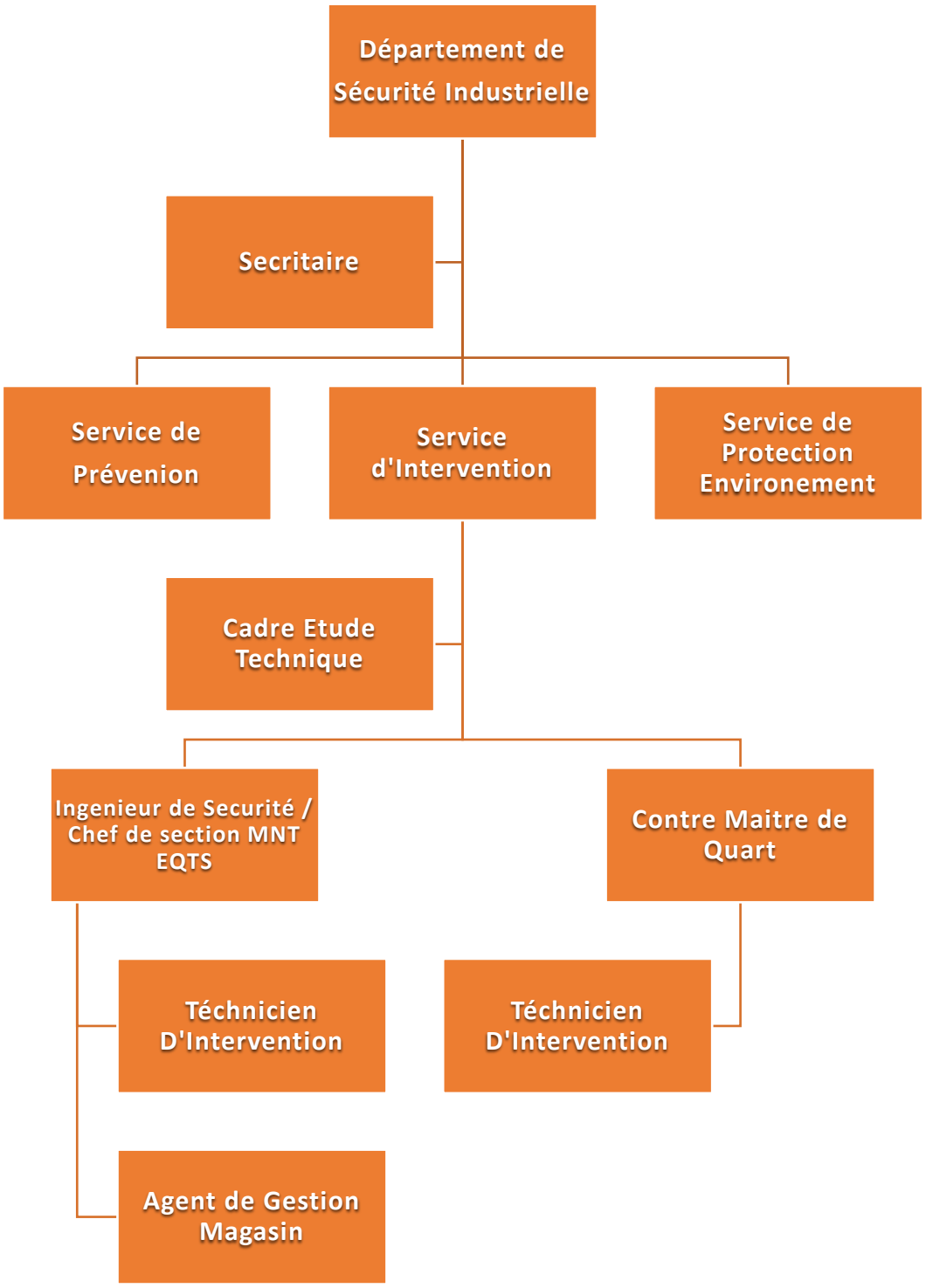


Figure II.3 : Organigramme de département sécurité industrielle

II.1.7. Description des installations :

II.1.7.1. L'unité de distillation atmosphérique (Unité 100) :

C'est une unité de distillation qui permet de fractionner le pétrole brut en ses différents dérivés, notamment :

- Les hydrocarbures légers : ces gaz incondensables sont brûlés dans les fours de la raffinerie, tandis que le butane et le propane sont traités dans l'unité Gas-Plant.
- L'essence légère, utilisée comme carburant automobile.
- Les solvants légers et lourds.
- Le kérosène, qui produit le Jet A1, le pétrole lampant et le carburéacteur.
- Le gas-oil léger, matière première du gas-oil moteur commercial (GOMC).
- Le gas-oil lourd, utilisé dans les fuels légers.
- Le résidu atmosphérique, qui est exporté.

Cette unité doit traiter 3,645 MT/PA de pétrole brut RA1G selon plusieurs étapes :

II.1.7.1.1. Section de préchauffe :

À partir des bacs de stockage, le pétrole brut de Hassi-Messaoud ou un mélange de brut Hassi Messaoud et de condensat Hassi R'mel est pompé à l'aide de pompes verticales et refoulé en deux courants identiques dans les échangeurs. Le brut chauffé entre ensuite dans le dessaleur pour éliminer les sels et l'eau, puis dans le ballon de détente pour se débarrasser des produits légers et de l'eau résiduelle. Ensuite, il est préchauffé dans les échangeurs avant d'entrer dans la colonne de Preflash.

II.1.7.1.2. Section de Preflash C-501 :

La colonne de preflash sépare le naphta contenu dans le brut, qui est ensuite dirigé vers la colonne de stabilisation C-104 via le ballon D-501. Le produit de fond de la colonne de preflash est pompé dans les échangeurs, puis entre dans la zone de convection du four F501.

II.1.7.1.3. Section de distillation atmosphérique :

La colonne atmosphérique C101, pièce maîtresse de l'unité de distillation atmosphérique, effectue la séparation des liquides et des gaz. Les différentes fractions sont extraites de la colonne à différents niveaux selon leur volatilité croissante.

II.1.7.1.4. Section de stabilisation :

La colonne de stabilisation ou de débutanisassions C-104 sépare les gaz liquéfiés présents dans le brut.



Figure II.4 : L'unité de distillation atmosphérique (Unité 100)

II.1.7.2. L'unité Gas plant (Unité 300) :

La modernisation de l'usine de gaz (Unité 300) prévoit le traitement du GPL provenant de l'unité de distillation atmosphérique (Unité 100) et de l'unité de reformage de naphta du bloc MS (Unité 520) dans le cadre du projet de réhabilitation de la raffinerie d'Alger.

II.1.7.2.1. Section Alimentation :

L'alimentation en GPL, en provenance de l'unité de distillation atmosphérique et de l'unité de reformage de naphta du bloc MS, entre dans l'unité à la limite de la zone.

II.1.7.2.2. Section Déthaniseur :

La section déthaniseur a pour fonction de récupérer le GPL en éliminant les composants légers (jusqu'à C2).

II.1.7.2.3 Section Colonne de séparation C3/C4 :

La section colonne de séparation C3/C4 a pour fonction de séparer le propane et le butane du GPL.



Figure II.5 : L'unité de Gas Plant (Unité 300)

II.1.7.3. RFCC (Unité 530) / MEROX (Unité 600) :

L'unité RFCC Residual Catalytic Cracking est conçue pour traiter 1MT par an à partir du résidu atmosphérique obtenu dans l'unité de distillation atmosphérique (unité 100), à l'aide d'un procédé de craquage catalytique à haute température, l'unité RFCC UNIT -530-permet d'obtenir des produits légers :

- LPG
- LCO: Light Cycle Oil
- CLO: Clarified Oil ou bien (MCB: Main Column Bottoms).

Ces produits légers seront utilisés dans la fabrication des carburants afin d'obtenir des produits finaux à haut indice d'octane et à haute valeur marchande. Cette unité est composée de trois sections distinctes :

- Section de régénération du Réacteur,
- Section de la colonne principale,
- Section de concentration de gaz.

Une autre unité est associée à l'unité RFCC, permettant de traiter une partie des GPL issus de la section de concentration des gaz. Cette unité, nommée MEROX UNIT-600- va éliminer le soufre et le mercaptan contenu dans les gaz.



Figure II.6 : L'unité craquage catalytique du fuel (Unité 530)

II.1.7.4. Unité MS Block :

Cette section présente une unité intégrée dans le nouveau projet de raffinerie, dédiée au traitement du naphta, avec trois sous-unités distinctes :

II.1.7.4.1 Unité d'Hydrotraitement de Naphta (NHT) :

L'unité d'hydrotraitement du naphta a pour objectif de produire des charges hydrotraitées, dépourvues de contaminants, pour alimenter les unités d'isomérisation (unité 510) et de reformage (unité 520). Les niveaux de contaminants tels que le soufre, l'azote, l'eau, les halogènes, les dioléfines, les oléfines, le mercure, l'arsenic et autres métaux doivent être suffisamment bas pour ne pas compromettre les opérations des unités en aval. Cette unité reçoit du naphta de distillation directe, extrait du pétrole brut en amont. Le naphta contient des concentrations de contaminants susceptibles de nuire aux catalyseurs de reformage et d'isomérisation, nécessitant ainsi un prétraitement.

II.1.7.4.2. Unité CCR de Reformage du Naphta Lourd (CCR) :

Le procédé de reformage vise à produire un reformat à indice d'octane élevé, constituant majeur du carburant, ainsi qu'un gaz riche en hydrogène. La charge peut provenir de naphta de distillation directe ou de naphta de craquage, souvent mélangés. Vu la présence systématique de contaminants et les spécificités du naphta de craquage, un prétraitement élaboré est toujours nécessaire. Le reformage catalytique, basé sur une technologie propriétaire, se divise en deux sections :

- Le reformage catalytique, avec réacteurs, réchauffeurs, récupération de l'effluent et stabilisation.
- La circulation et régénération continue du catalyseur, utilisant une technologie de manipulation de solides et de lit mobile.

II.1.7.4.3. Unité d'Isomérisation de Naphta Léger :

Ce procédé vise à augmenter l'indice d'octane recherche (RON) et l'indice d'octane moteur (MON) du naphta léger (principalement C5/C6) avant son mélange dans le pool carburant. Le naphta léger contient généralement une forte proportion d'isomères normaux, ce qui se traduit par un faible indice d'octane (< 68). L'isomérisation transforme ces isomères normaux à faible indice en isomères ramifiés à indice d'octane plus élevé.



Figure II.7 : L'unité de traitement du Naphta (Unité 500)

II.1.7.5. Unité de traitement du soufre :

La section de traitement du soufre se divise en quatre unités :

II.1.7.5.1. Unité de traitement du fuel-gaz à l'amine :

L'objectif de la FGATU (Fuel Gas Amine Treating Unit) est de réduire la teneur en H_2S du gaz acide produit dans les différentes unités de la raffinerie, en utilisant une absorption chimique avec une solution d'amine.

II.1.7.5.2. Unité de Stripage des eaux acides :

L'unité de traitement des eaux acides (SWS) est conçue pour traiter les eaux acides provenant de l'unité de distillation atmosphérique (U-100), de l'unité RFCC (U-535), de l'unité d'hydrotraitement de naphta (U-500), de l'unité de régénération de l'amine (U-580) et de l'unité de récupération de soufre (U-590). Après le traitement (stripage), l'eau traitée est réutilisée dans l'unité de distillation atmosphérique (ADU-100) et l'unité RFCC (U-530) comme eau de lavage pour le dessalage ou dans l'unité de traitement des effluents (U-580).

II.1.7.5.3. Unité de régénération de l'amine (ARU) :

L'unité de régénération de l'amine (ARU) traite une charge annuelle de 180 tonnes d'amine riche en soufre provenant des unités FGATU (unité-560) et Merox caustique (unité-600). L'amine utilisée est une solution de diéthanolamine (DEA) à 25% en poids.

II.1.7.5.4. Unité de récupération du soufre :

L'unité de récupération du soufre convertit les composés soufrés présents dans le flux de gaz acide des unités de la raffinerie (unité-580, unité-570) et des futures unités, afin de minimiser la pollution atmosphérique de la raffinerie.

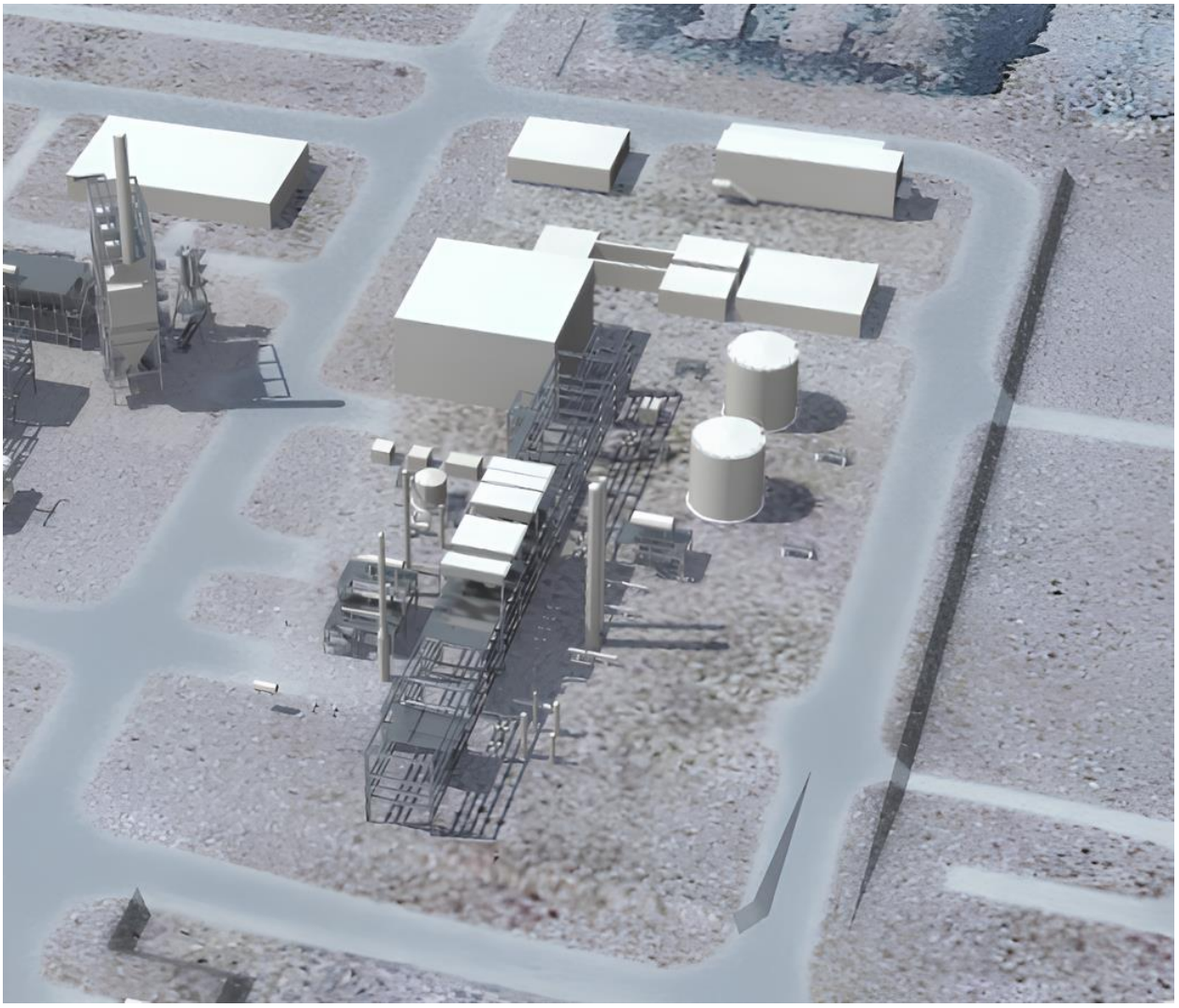


Figure II.8 : L'unité de traitement du Soufre

II.1.7.6. Zone Utilités :

La zone des utilités a pour objectif de fournir diverses ressources nécessaires (air comprimé, électricité, vapeur, eau pour différents usages) au reste de la raffinerie. Les utilités se décomposent comme suit :

II.1.7.6.1. Production d'énergie électrique et de vapeur (CPP) :

Cette unité est conçue pour fournir de la vapeur et de l'électricité à toutes les unités de la raffinerie.

II.1.7.6.2. Système d'eau incendie :

Le nouveau système d'eau incendie est installé pour répondre aux besoins en eau des unités 740 et 741, avec un débit de 4088 m^3/h, couvrant la surface des unités et la zone de stockage.

II.1.7.6.3. Système d'eau potable :

L'unité existante U730 assure une alimentation continue en eau potable pour les bâtiments et le système de refroidissement de la torche. Cette unité est alimentée par l'unité de Raw Water du réservoir T2 via les

pompes G305, G306 et G307. L'eau est filtrée et traitée avec du sodium hypochlorite pour produire de l'eau potable.

II.1.7.6.4. Système d'eau déminéralisée :

L'unité de déminéralisation U720 reçoit l'eau brute de l'unité Raw Water U701 située dans la raffinerie et la traite pour la transformer en eau déminéralisée. L'eau déminéralisée est ensuite distribuée aux différents consommateurs de la raffinerie pour les usages suivants :

- Alimentation des chaudières
- Solvant pour la préparation des solutions chimiques
- Eau pour les dilutions, réactions et lavages

II.1.7.6.5. Système d'eau de refroidissement :

L'unité de cooling water fournit de l'eau à une température adéquate pour les différentes unités de la raffinerie et est alimentée par l'eau brute de l'unité U701. Les utilisateurs de l'unité 711 incluent :

- MS Block
- RFCC Block
- Sulfure Block
- Zone des réservoirs
- Nouvelles utilités (unités 751, 781, 810, 830, 840)

II.1.7.6.5. Système de fuel oil et fuel gas :

Cette unité assure l'alimentation en fuel gas et fuel oil pour les consommateurs de la nouvelle unité CPP, notamment les deux chaudières et la chaudière de récupération.

II.1.7.6.6. Station de production d'air comprimé :

L'air comprimé est essentiel pour répondre aux besoins suivants dans la raffinerie :

- Air d'instrumentation pour le fonctionnement de divers instruments et la purge de certains panneaux de contrôle
- Air de service pour les stations d'air, la régénération des catalyseurs, le décokage des fours, etc.

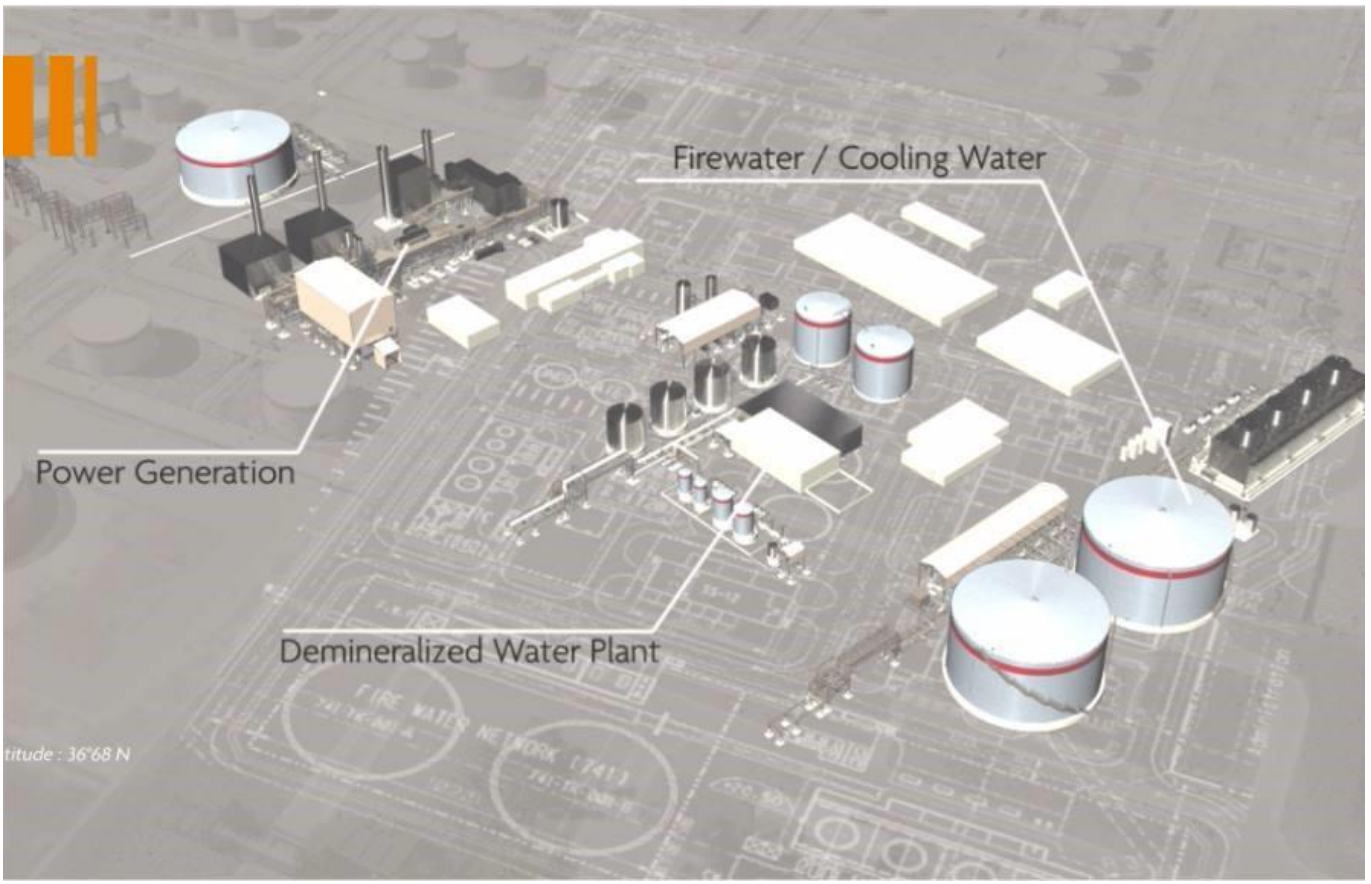


Figure II.9 : La zone utilités

II.1.8. Effluent traitement plant (ETP) :

L'objectif de l'unité 850 de la raffinerie d'Alger est de traiter toutes les eaux usées générées par l'exploitation de la raffinerie. Ces eaux usées sont collectées et traitées dans la nouvelle station de traitement des effluents (ETP).

Les principaux effluents provenant de la raffinerie incluent :

- Les effluents potentiellement contaminés par des hydrocarbures.
- Les effluents continuellement contaminés par des hydrocarbures.
- Les effluents non contaminés par des hydrocarbures.

II.1.9. Ateliers de maintenance :

Dans cet atelier, l'équipe de maintenance est chargée pour réparer les équipements de différentes unités tel que : pompes, échangeurs, vannes, moteurs ... etc.

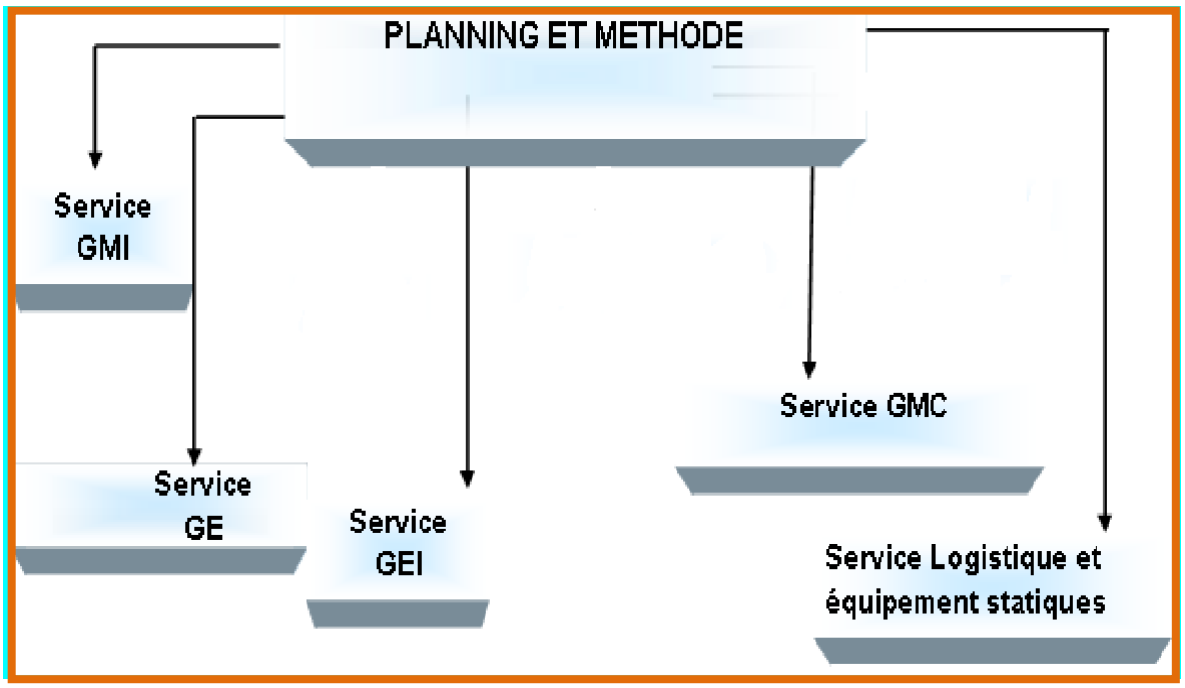


Figure II.10 : Service de maintenance

GMI : service maintenance mécanique industrielle.

GE : service maintenance électrique.

GEI : service maintenance électronique instrumentation.

GMC : service maintenance chaudronnerie.

En cas de problème, l'opérateur doit en informer le chef de quart, puis le service mécanique. Une intervention sur site sera effectuée en fonction du degré de gravité, avec un permis de travail (à froid ou à chaud). La décision sera prise après une réunion des responsables de la zone, de la sécurité et du chef de département mécanique.

II.1.10. Salle de contrôle

Le nombre important d'appareils de mesure équipant une unité de raffinage a conduit à la nécessité de contrôler dans une salle de contrôle toutes les informations nécessaires à la marche de l'unité (températures, pression, débit, niveau, contrôle des vannes …)

II.2. Description le parc de stockage :

Le stockage massif des liquides dans les industries du pétrole, de la pétrochimie et de la chimie se fait principalement dans des réservoirs métalliques soudés, installés à l'air libre et reposant sur le sol (réservoirs aériens). Ces réservoirs ont des capacités très variées, allant de quelques centaines de mètres cubes pour de nombreux produits chimiques à des volumes bien plus importants pour le pétrole brut. Par exemple, certains terminaux de chargement au Moyen-Orient disposent de réservoirs de 240 000 m³, et il n'est pas rare de trouver en Europe des réservoirs de 100 000 à 150 000 m³ sur les terminaux de réception.

Les réservoirs de stockage sont essentiels à l'exploitation des champs pétroliers, permettant de maintenir la production malgré les interruptions accidentelles ou nécessaires lors du pompage du pétrole. Le transport et le stockage représentent des secteurs stratégiques dans l'industrie pétrolière. Les réservoirs de grande capacité, étant fragiles, peuvent être sujets à des destructions causées par le feu, les explosions ou la corrosion. En raison de leur coût élevé, le choix de leur capacité et de leur nombre doit être précédé d'une étude technico-économique en fonction des débits transportés et des capacités des moyens de transport.

Le stockage de brut consiste à :

- Laisser le brut se reposer pour une dernière décantation qui éliminera l'eau ;
- Contrôler la quantité de brut expédiée ;
- Maintenir une quantité suffisante pour charger des bateaux en cas de problème de transport ou de production ;
- Assurer une production continue pour un stockage permanent.

La raffinerie d'Alger est dotée d'un ancien et nouveau parc de stockage des produits liquides et gazeux (réservoirs et sphères) :

II.2.1. Stockage de pétrole brut :



Figure II.11 : Bac de stockage

Le pétrole brut est stocké dans trois réservoirs à toit flottant de 35 000 m³ chacun (A301, A302, A303). Ces réservoirs sont équipés des accessoires suivants :

- Porte de visite boulonnée.
- Vanne Aspiration de produit
- Vanne de refoulement
- Mixeur « mélangeur »
- Mise à la terre de la cuve et du toit.
- Purge d'eau.
- Purge de toit.
- Indicateur de niveau avec lecture au sommet du réservoir et transmission à la salle de contrôle.
- Indicateur de température avec lecture sur micro-ordinateur dans la salle de contrôle.
- Béquille de bac
- Système d'arrosage et d'extinction
- Echelle

II.2.2. Stockage des produits finis et intermédiaires :

Le nombre et la capacité des réservoirs sont déterminés en fonction de la production et des prélèvements. Les réservoirs pour produits légers (à l'exception des réservoirs de solvants) sont à toit flottant. Les réservoirs pour produits lourds (à faible volatilité) sont à toit fixe, certains étant équipés d'un réchauffeur alimenté en vapeur BP. Les réservoirs à toit fixe disposent de soupapes de respiration ou évents. Tous les réservoirs sont munis de mise à la terre, de trous d'homme, de purge d'eau (et de purge de toit pour les réservoirs à toit flottant), ainsi que d'indicateurs et transmetteurs de niveau et de température. L'ensemble des 33 réservoirs (3 pour le pétrole brut et 30 pour les produits intermédiaires et finis) offre une capacité totale de 322 100 m³.

Identification du Bac	Produit	Capacité (m^3)
A301 A302 A303	**PETROLE BRUT**	**35 000**
A201 A202	**GASOIL**	**20 000**
B7	**GASOIL**	**5 000**
A102 A103 A104	**SOLVANT**	**10 000**
B4 B10	**ESSENCE SR**	**5 000**
C3	**ESSENCE SR**	**2 500**
A105 A107 A101	**CARBURANT super-normal**	**10 000**
A106	**CARBURANT super-normal**	**12 000**
B2	**CARBURANT super-normal**	**5 000**
C1	**CARBURANT super-normal**	**3 000**
C6 C7	**KEROZANE**	**2 500**

B6 B1	KEROZANE	3 000
B3 B9 B8	FUEL	5 000
D1 D2 D3	SLOPS	1 000
C4 C5	SLOPS	2 500
A305	NAPHTA	35 000
C2 C8	PLAT FORMAT	2 500
S3 S4	PROPANE	1 000
S1 S2	BUTANE	1 500
S5	BUTANE	3 000
H3	BUTANE	140
H4	PROPANE	110

Tableau II.1 : Les bacs de stockage Liquides (Ancien parc)

Identification du Bac	Produit	Capacité (m^3)
901-TK-401	PETROLE BRUT	40 000
901-TK-011	IFO (fioul)	5 000
901-TK-012	IFO (fioul)	5 000
901-TK-013	Naphta lourd	1 250
901-TK-014	Naphta lourd	1 250
901-TK-015	Naphta léger	1 250
901-TK-016	Naphta léger	1 250
901-TK-108	H T Naphta	10 000
901-TK-109	H T Naphta	10 000
901-TK-110	ESSENCE Super	10 000
901-TK-111	ESSENCE Super	10 000
901-TK-112	ESSENCE Super	10 000
901-TK-203	Gasoil	20 000
901-TK-204	Gasoil	20 000
901-TK-205	Alimentation RFCC	25 000
901-TK-206	Alimentation RFCC	25 000
901-TK-207	MTB	20 000
901-TK-208	MTB	20 000
901-TK-309	Isomérat	2 500
901-TK-310	Isomérat	2 500
911-S-006	Butane	2 500

911-S-008	**Propane**	**1 288**
911-S-009	**Propane**	**1 288**

Tableau II.2 : Les bacs de stockages Liquides (Nouveau parc)

II.2.3. Stockage des Gaz (Sphère) :



Figure II.12 : Sphère de stockage Gaz

Les gaz liquéfiés sont stockés dans des sphères d'une capacité de 5 500 m³ pour le butane et 2 000 m³ pour le propane. De plus, deux réservoirs cylindriques sont utilisés pour le stockage temporaire (coulage) du butane et du propane lors du démarrage de l'unité Gas-Plant, avec une capacité de 200 m³ pour le butane et 150 m³ pour le propane. Ces réservoirs sont équipés de :

- Soupapes de sûreté.
- Jauges à tirette.
- Indicateurs de niveau.
- Manomètres.
- Prises d'échantillon.
- Limiteurs de débit.
- Dispositifs d'arrosage.

Identification de la sphère	Produit	Capacité (m^3)
S1	**BUTANE**	**1509**
S2	**BUTANE**	**1509**
S3	**PROPANE**	**996**
S4	**PROBANE**	**996**

S5	**BUTANE**	**2900**
H3	**BUTANE**	**173**
H4	**PROPANE**	**134**
S6	**BUTANE**	**2500**
S7	**BUTANE**	**2500**
S8	**PROPANE**	**1000**
S9	**PROPANE**	**1000**

Tableau II. 3 : Stockage des Gaz (BUTANE ET PROPANE)

Chapitre III : Application la méthode HAZOP sur le bac de Stockage A302 - Brut

III.1. Introduction :

L'analyse des risques liés aux hydrocarbures est véritablement bénéfique lorsqu'elle est appliquée à des cas concrets. Comme nous l'avons présenté dans le premier chapitre en détaillant les méthodes de gestion des risques, notre choix s'est porté sur la méthode d'analyse HAZOP.

Dans ce chapitre, nous allons appliquer la méthode d'analyse des risques HAZOP au bac de stockage

A-302 « Brut ».

Nous avons sélectionné quatre paramètres pour cette application :

- Le niveau
- La température
- Le débit
- La pression

III.2. Identification de système :

Le bac de stockage A302, d'une capacité de 35 000 m³, sera mis en place au niveau de la raffinerie d'Alger pour le stockage de brut à pression atmosphérique.

Caractéristiques	Valeurs
Type d'installation	Bac de stockage brut
Substance	Brut
Type de toit	Flottant
T service (°C)	25
P service (bar)	ATM
Volume (m³)	35000
Hauteur (m)	16,3
Niveau de fonctionnement (min – max) (m)	5 – 11
Débit de refoulement (m³/h)	660
Débit d'aspiration (m³/h)	580

Tableau III.1 : Les caractéristiques de bac A302 - Brut

III.3. Les composants du bac A 302 :

- Vanne Aspiration de produit.
- Vanne de refoulement.
- Mixeur « mélangeur ».
- Porte de visite boulonnée.

- Mise à la terre de la cuve et du toit.
- Indicateur de niveau et de température.
- Système d’arrosage et d’extinction.

III.4. Fonction du bac A 302 :

Le bac de stockage A302, d'une capacité de 35 000 m³, est une installation clé de la raffinerie d'Alger dédiée au stockage de brut à pression atmosphérique. Ce bac est équipé de plusieurs composants essentiels pour assurer son fonctionnement sûr et efficace. Il dispose d'une vanne d'aspiration de produit qui permet l'entrée contrôlée du brut dans le bac et d'une vanne de refoulement pour la sortie contrôlée du brut à l’unité 100. Un mixeur (mélangeur) est intégré pour assurer le mélange homogène du brut à l'intérieur du bac. La porte de visite boulonnée facilite l'accès à l'intérieur du bac pour l'inspection et la maintenance. La mise à la terre de la cuve et du toit garantit la sécurité en évitant les accumulations d'électricité statique. Des indicateurs de niveau et de température fournissent des mesures précises du niveau de brut et de sa température, cruciales pour le suivi et le contrôle du processus. Enfin, le système d’arrosage et d’extinction assure la protection contre les incendies en permettant une réponse rapide en cas d'urgence.

Ces composants permettent au bac A302 de fonctionner de manière fiable et sécurisée, tout en facilitant les opérations de stockage et de manipulation du brut. L'analyse HAZOP appliquée à ce système garantit l'identification et la gestion des risques potentiels liés à son fonctionnement.

III.5. Les feuilles d’HAZOP :

Tableau III.2 : Application de l'HAZOP - Paramètre de niveau

UNITE/OPERATION : **PARC DE STOCKAGE** LIGNE/EQUIPEMENT : **BAC DE STOCKAGE A. 302 (Bac de stockage le Brut)** PARAMETRE : **LE NIVEAU**						
Mot clé	**Déviation**	**Causes**	**Conséquences**	**Détection**	**Sécurités existantes**	**Propositions d'améliorations**
Plus de	Haut Niveau	- La vanne d'entre du bac défaillante (reste ouvert)	- Débordement de bac - Inflammation/Incendie - Explosion de bac - Endommagement de toit	- Jaugeur manuel	- Système extinction existant) - Cuvette de rétention	- Ajout des indicateurs et transmetteurs de niveau - Mise en place d'alarmes de niveau
		- Dysfonctionnement de l'indicateur de niveau	- Débordement de bac - Inflammation/Incendie - Explosion de bac Endommagement de toit (au niveau du joint)	- Indicateur et transmetteur de niveau	- Ronde de routine - Vérification et inspection périodique du bac Présence d'un évent au niveau du toit flottant - Des exercices de simulation pour contenir le flux en cas de déversement	- Sensibilisation des opérateurs pour être vigilant au cours de ces opérations - Commande à distance des vannes - Prévoir d'alarme (HA-HHA)
		- Temps de remplissage dépassé (erreur opérateur)	- Débordement de bac - Pollution environnementale - Fatalité			- ESDV (Emergency Shut Down Valve)

Moins de	Bas Niveau	-	- Création d'une atmosphère explosive - Cavitation des pompes - Une oxydation accrue du produit restant - Inflammation - Explosion - Libération de brut	- Jaugeur Manuel	- Système extinction existant)	- Installation d'un clapet de trop plein ou un équivalent dans les lignes d'entrée en cas de fuite importante.
		- Fuite dans le Bac de stockage			- Cuvette de rétention	- Détecteur de fuite
		- Bouchage de tube d'expédition	- Surcharge des pompes - Création d'une atmosphère explosive	- Indicateur et transmetteur de niveau		- Programme de nettoyage du fond du bac de stockage
		- Rupture dans la ligne expédition	- Inflammation - Explosion - Pollution environnementale		- Système de refroidissement	- Ajout un indicateur de niveau au bas de bac
		- Défaillance de vannes (vannes bloquées fermées)	- Surcharge des pompes - Rupture dans le tube d'expédition			- Prévoir d'alarme (LA-LLA) - ESDV (Emergency Shut Down Valve)

Tableau III.3 : Application de l'HAZOP – Paramètre de température

UNITE/OPERATION : **PARC DE STOCKAGE** LIGNE/EQUIPEMENT : **BAC DE STOCKAGE A.401 (Bac de stockage le Brut)** PARAMETRE : **LA TEMPERATURE**						
Mot clé	**Déviation**	**Causes**	**Conséquences**	**Détection**	**Sécurités existantes**	**Propositions d'amélioratio ns**
Plus de	Haute température	- Un mauvais refroidissement	- Risque d'incendie et l'explosion de bac	- Transmetteur de température de bac	- Système d'extinction existant)	- Contrôle et vérification périodiques des systèmes d'extinctions
		Variation de pression	- Endommagement de bac - Boil Over		- Lance monitor	
		- Feu à l'intérieur ou à l'extérieur du bac	- Endommagement de bac - Boil Over - Explosion - Incendie	- Thermosensibles installé au niveau du bac	- Cuvette de rétention - Soupape primaire et secondaire dans le toit flottant	- Localiser et éliminer les sources de chaleurs - Nettoyage du fond de bac
		- Augmentation de la température ambiante	- Augmentation de pression Incendie Explosion	-Transmetteur de température de bac	- Système de refroidissement	

Moins de	Basse température	- Conditions climatiques température de l'air ambiant très basse (hiver)	- Risque de bouchage des Canalisations - Mauvais pompage - Endommagement des pompes	-Transmetteur de température de bac	- Système d'extinction existant -Lance monitor - Cuvette de rétention	- Contrôle et vérification périodiques des systèmes d'extinctions - Détecteur de chaleur auteur de bac
		- Augmentation de la viscosité du pétrole brut	- Mauvais pompage - Endommagement des pompes			

Tableau III.4 : Application de l'HAZOP - Paramètre de débit

UNITE/OPERATION : **PARC DE STOCKAGE** LIGNE/EQUIPEMENT : **BAC DE STOCKAGE A.401 (Bac de stockage le Brut)** PARAMETRE : **LE DEBIT**						
Mot clé	**Déviation**	**Causes**	**Conséquences**	**Détection**	**Sécurités Existantes**	**Propositions D'améliorations**
Inverse	Retour de produit	Arrêt de la pompe	- Retour de brut dans la pipe de refoulement - Haute pression dans le bac - Oxydation accrue du produit dans les pipes	Aucun	Aucun	Clapet anti-retour
Plus de	Trop de débit	Défaillance au niveau des vannes d'expédition	Endommagement du bac - Débordement de bac. - Risque d'incendie. - Explosion - Pollution Environnemental	-Indicateur et transmetteur de niveau - Jaugeur manuel.	- Système de refroidissement - Cuvette de rétention - Système de Extinction existante - indicateurs de débit	- Contrôle et vérification de vannes - ESDV (Emergency Shut Down Valve)
		Erreur humaine	- Risque d'incendie et l'explosion de bac - Débordement de bac			

Moins de	Pas de débit	Laissez la vanne d'expédition à position fermée.	- Création d'une atmosphère explosive - Cavitation des pompes - Une oxydation accrue du produit restant - Surcharge des pompes	- Jaugeur manuel. - Indicateur et transmetteur de niveau	- Système de refroidissement - Cuvette de rétention - Système de Extinction existante indicateurs de débit	- Vérifier la position des vannes d'expédition Ajout du régulateur de débit - Contrôle et vérification périodique de vannes - ESDV (Emergency Shut Down Valve)
		Erreur humaine	- Surcharge des pompes			

Tableau III.5 : Application de l'HAZOP - Paramètre de la pression

UNITE/OPERATION : **ZONE DE STOCKAGE DE CONDENSAT** LIGNE/EQUIPEMENT : **BAC DE STOCKAGE RA-35-01A** PARAMETRE : **LA PRESSION**						
Mot clé	**Déviation**	**Causes**	**Conséquences**	**Détection**	**Sécurités existantes**	**Propositions d'améliorations**
Plus de	Haute pression	- Augmentation de la température (incendie à intérieur ou extérieur du bac).	- Risque d'explosion et d'incendie. - L'apparition de fissures au niveau de la robe du bac. - Endommagement du bac - Boil Over	- Détection visuelle - Indicateur de pression - Indicateur de température	- Système d'extinction à l'eau et refroidissement. - Système de refroidissement - Cuvette de rétention - Ronde de routine - Vérification et inspection périodique du bac - Event dans le bac de stockage	- Contrôle et vérification l'état de bac. - Ajout des indicateurs fiable de pression - ESDV (Emergency Shut Down Valve)
		Le bac est en sur remplissage.	- Débordement de bac - Endommagement de bac			
		Défaillance de l'indicateur de pression	- Endommagement du bac - Risque d'incendie et explosion - Boil Over			

Moins de	Basse pression	Basse température ambiant (hiver)	- Modification les propriétés physico - chimiques de condensât - Pas de pression pour expier le brut.	- Détection visuelle - Indicateur de pression - Indicateur de température	- Système d'extinction à l'eau et refroidissement. - Système de refroidissement - Cuvette de rétention - Ronde de routine - Vérification et inspection périodique du bac - Event dans le bac de stockage	- Ajouter un manomètre au niveau de bac. - Ajout de régulateur de pression - ESDV (Emergency Shut Down Valve)
		- Fissures au niveau de la robe de bac.	- Pollution environnemental - Explosion / Incendie			

III.6. Recommandation :

- Sensibilisation des opérateurs pour être vigilant au cours de ces opérations.
- Prévoir d'alarme (High Alarm -High High Alarm) et (Low Alarm – Low Low Alarm) dans le bac de stockage pour contrôler le niveau.
- Commande à distance des vannes (contrôle automatique).
- Ajout ESDV (Emergency Shut Down Valve).
- Clapet anti-retour pour éviter le retour de produit dans la pipe de refoulement .
- Renforcer le système de refroidissement en cas de défaillance primaire.
- Assurer le nettoyage régulier et périodique des fonds des Bac.
- Respecter les procédures, instructions opératoires (procédures et suivi remplissage, expédition, purge des bacs, nettoyage…),
- Assurer la disponibilité des moyens d'intervention au niveau du centre de production

Conclusion

La gestion des risques est généralement définie comme un processus itératif visant à maîtriser les risques. Elle comprend la réduction des risques et la prévention des dangers. Dans les systèmes industriels, la sécurité est souvent abordée par l'application de techniques de sûreté de fonctionnement, notamment l'installation de barrières de sécurité, qui jouent un rôle crucial dans la diminution de la fréquence et de la gravité des accidents.

Pour cette étude, nous avons appliqué une méthode d'évaluation HAZOP dans le cadre d'une analyse de sûreté de fonctionnement, afin d'examiner l'efficacité des barrières de sécurité. Cette méthode a été utilisée pour évaluer les barrières de sécurité d'un élément industriel, le bac de stockage A302, destiné à stocker du brut à la Raffinerie d'Alger - SONATRACH.

Enfin, nous avons identifié les mesures nécessaires pour prévenir les événements indésirables et en limiter les conséquences.

Références Bibliographique

Chapitre I :

[1]. Guide ISO/CEI 51 - Vocabulaire international de l'électrotechnique - Management du risque
[2]. ISO 31000 :2018, Management du risque — Lignes directrices Risk management — Guidelines, 2ème édition 02-2018.
[3]. OHSAS 18001, Système de management de la santé et de la sécurité au travail exigences -BSI, 2007, P2-4.
[4]. Inspection générale d'hi. www.sg.cnrs.fr/ighsL, consulted in March 2016.
[5]. Mr. M. Merad, « Analyse de l'état de l'art sur les grilles de criticité », Rapport INERISDRA638, 16 Mars 2004, P11.
[6]. Nouhed Achouri, apport de la logique floue á l'analyse de criticité des risques industriels, Mémoire de Magister en Hygiène et Sécurité Industrielle soutenue à L'université Université Hadj Lakhdar de Batna, 2009, P6-7
[7]. [DESROCHES, 1995], Desroches A. Concepts et méthodes probabilistes de base de sécurité.
[8]. ETUDE DE DANGERS FERTIAL SPA, SITE D'ANNABA Report No : Rev. Document No : 18 EKBKA-4, Project No : PPO83560, Date : 2014-03-24.
[9]. Rapport de DNV, 2010
[10]. FROQUET.L, "Contribution à l'analyse des risques : Proposition d'une méthode par scénarios et capitalisation de la connaissance," Institut National Polytechnique de Grenoble, 2005.
[11]. Formation de IAP sur Méthode HAZOP
[12]. IEC 61882:2016 - Hazard and operability studies (HAZOP) - Application guide
[13]. Formation SF6 la méthode HAZOP Les principes et la mise en œuvre.
[14]. MILWAUKEE.D, KLEETLAAN.C, and BOMBARDIER.B, "Sécurité fonctionnelle dans l'industrie des procédés Principes, normes et mise en œuvre," 2013.
[15]. A. BERRAR « Gestion des risques par l'analyse préliminaire au sein de complexe GL1/K SONATRACH SKIKDA » mémoire de master. Université d'Annaba 2017

Chapitre II :

[16]. F. WHEELER ; Brochure de la Raffinerie d'Alger ; 1962
[17]. Document par Anousone CHAMPASSITH Ingénieur sécurité, spécialiste des phénomènes dangereux « Phénomènes dangereux dans les dépôts de liquides inflammables » Technip FMC, La Défense, France
[18]. R. S. Kraus, « Le raffinage du pétrole », Encyclopédie de sécurité et de sûreté au travail, Bureau international du travail.
[19]. Plan d'organisation de la raffinerie
[20]. KHOUDER DJABER, « Evaluation des risques professionnels (EvRP) au niveau du Département maintenance « Raffinerie d'Alger » » mémoire de master, Université de Boumerdes 2023