

# Institut des Sciences et Techniques Appliquées (ISTA-Skikda)

Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de  
master.

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE) dans  
l'industrie pétrolière et gazière

## Analyse des risques industriels par la méthode HAZOP : cas de Ballon de stabilisation V-62 de la raffinerie RA1K

Présenté et soutenu publiquement le : 30/06/2025

Par :

Metatla Rami

Devant le jury composé de :

Président de jury	Dr. Othmani Amira	U- 20 Août 1955. Skikda
Rapporteur :	Dr. Chelgham Amel	U- 20 Août 1955. Skikda
Examineur :	Dr. Bounezour Hicham	U- 20 Août 1955. Skikda
Examineur :	Dr. Bousfout Widdad	U- 20 Août 1955. Skikda

2<sup>ème</sup> Promotion Juin 2025





# Université du 20 Août 1955-SKIKDA



## Institut des Sciences et Techniques Appliquées (ISTA-Skikda)

**Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de  
master.**

**Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle**

**Spécialité : Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE) dans  
l'industrie pétrolière et gazière**

### **Analyse des risques industriels par la méthode HAZOP : cas de Ballon de stabilisation V-62 de la raffinerie RA1K**

**Présenté et soutenu publiquement le : 30/06/2025**

**Par :**

Metatla Rami

**Devant le jury composé de :**

<b>Président de jury</b>	Dr. Othmani Amira	U- 20 Août 1955. Skikda
<b>Rapporteur :</b>	Dr. Chelgham Amel	U- 20 Août 1955. Skikda
<b>Examineur :</b>	Dr. Bounezour Hicham	U- 20 Août 1955. Skikda
<b>Examineur :</b>	Dr. Bousfout Widdad	U- 20 Août 1955. Skikda

**2<sup>-ème</sup> Promotion Juin 2025**

## Dédicace

À ma chère mère,

Ta tendresse, ton courage et tes prières m'ont accompagné à chaque étape de ce parcours. Ton amour a été ma lumière dans les moments sombres. Merci pour tous les sacrifices que tu as consentis pour mon avenir.

À mon père,

Ton soutien constant, tes encouragements silencieux et ta confiance en moi ont été des piliers essentiels dans mon cheminement. Merci d'avoir toujours cru en mes capacités.

À mes enseignants,

Pour votre dévouement, votre rigueur et votre volonté de transmettre le savoir. Vous avez été des guides précieux tout au long de cette formation.

À mes camarades et amis,

Pour les instants partagés, l'entraide et l'amitié sincère qui ont rendu ce parcours plus humain et plus chaleureux.

Ce mémoire est dédié à toutes ces personnes qui, chacune à leur manière, ont contribué à l'aboutissement de ce cycle.

## Remerciements

J'exprime ma profonde gratitude à mes parents pour leurs encouragements, leur soutien et pour les sacrifices qu'ils ont enduré. Avant tout, je remercie « **Allah** » le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il m'a donné durant toutes ces années d'étude.

Tout d'abord, je souhaite adresser mes remerciements à mon encadreur : **Mme Chelgham Amel** pour sa patience et ces conseils précieux ont été essentiels pour élaborer ce modeste travail.

Je tiens également à remercier Monsieur le Directeur de l'Institut des sciences et techniques appliquées, **Pr. Youcef Zennir** ainsi que les membres du corps professoral qui Soutenez-nous tout au long de notre formation académique.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du Jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à Accepter d'examiner ce manuscrit et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, mes derniers remerciements vont à ma famille, mes amis et à tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

## *Sommaire*

Dédicace

Remerciements

La liste des tableaux

La liste des figures

La liste des abréviations

Le sommaire

Résumés

<b>Introduction générale</b>	<b>01</b>
<b>CHAPITRE I : Généralités sur la gestion des risques</b>	
I.2 Le concept de risque professionnel	02
I.2.1 Notion de danger	02
I.2.1.1 Les types de danger	02
I.2.2 Notion Dommage	03
I.2.3 Notion de risque	03
I.2.3.1 Acceptabilité du risque	05
I.2.3.2 Risque acceptable	05
I.2.3.3 Risque majeur	05
I.2.4 Notion d'accident	05
I.2.4.1 Accident de travail (AT)	06
I.2.4.2 Incident, accident et catastrophe	06
I.2.5 Notion de sécurité :	06
I.3 Classification des risques	06
I.4 Gestion du risque	07
I.4.1 Définition La gestion du risque	07
I.4.2 Principe de la gestion de risque	07

I.4.3 Les étapes de la gestion risques	08
I.4.4 Les avantages de la gestion du risque	09
I.5 Méthodes d'analyses des risques professionnels	09
I.5.1 Analyse du risque	09
I.5.1 Objectifs de l'analyse des risques	10
I.6 Évaluation du risque	10
I.7 Réduction du risque	11
I.8 Famille de risque industriel	11
I.8.1 Les risques biologiques	11
I.8.1.1 Identification	11
I.8.1.2 Moyens de prévention	12
I.8.2 Les risques chimiques	12
I.8.2.1 Identification	12
I.8.2.2 Moyens de prévention	13
I.8.3 Les risques physiques	13
I.8.3.1 Identification	13
I.8.3.2 Moyens de prévention	13
I.8.4 Les autres risques	14
I.9 Type de risque les plus fréquents	14
I.9.1 Risque de chute	14
I.9.1.1 Identification	15
I.9.1.2 Moyens de prévention	15
I.9.2 Chutes d'objets	15
I.9.2.1 Identification	16
I.9.2.2 Moyens de prévention	16

I.9.3 Les risques de manutentions manuelle et mécanique	16
I.9.3.1 Les manutentions manuelles	16
I.9.3.2 Les manutentions mécaniques	17
I.9.4 Risque d'incendie et d'explosion	18
I.9.4.1 Identification	18
I.9.4.2 Moyens de prévention	18
I.9.5 Risques électriques	19
I.9.5.1 Électrique dynamique	19
I.9.5.2 Électrique atmosphérique	20
I.10 Conclusion	20
<b>Chapitre II : Méthodes dévaluation des risques</b>	
II.1 Introduction	22
II.2 Les méthodes d'analyses les risques	22
II.2.1 Les méthodes classiques d'analyse les risque	22
II.2.2 Analyse préliminaire des risques (APR)	22
II.2.2.1 Historique et définition	22
II.2.2.2 Les principes	23
II.2.2.3 DEROULEMENT	23
II.2.2.4 LIMITES ET AVANTAGES	24
II.2.3 L'analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité (AMDEC)	25
II.2.3.1 Historique et domaine d'application	25
II.2.3.2 principe de L'AMDEC	25
II.2.3.3 Les étapes de la méthode AMDEC	26

II.2.3.4 Les avantages et les limites	27
II.2.4 La méthode HAZOP	27
II.2.4.1 L'objectif	27
II.2.4.2 Programme	28
II.2.4.2.1 Principes généraux de la méthode HAZOP	28
II.2.4.2.2 Description de la méthode	28
II.2.4.2.3 Déroulement	28
II.2.4.3 Les avantages et les limites	28
II.2.5 La méthode arbre de défaillance	29
II.2.5.1 Principe de l'AdD	29
II.2.5.2 Caractéristiques de l'AdD	29
II.2.5.3 L'objectif de l'AdD	30
II.2.5.4 Les avantages et les limites	30
II.2.6 La méthode arbre d'événement	30
II.2.6.1 Description de l'analyse par arbre d'événement	30
II.2.6.2 L'objectif de l'arbre d'événement	31
II.2.6.3 Applications de l'arbre d'événement	31
II.2.6.4 Principe de l'arbre d'événements	32
II.2.6.5 Les avantages et les limites	32
II.2.7 Conclusion	33

<b>Chapitre III : présentation de la méthode Hazop</b>	
III.1 Introduction	35
III.1.1 Historique de la méthode HAZOP	35
III.2 Définition	35
III.3 Principe de la méthode	36
III.4 Mots-clés ou mots guides	36
III.5 L`objectif de la méthode HAZOP	37
III.6 Paramètres de fonctionnement	38
III.7 Déviations	39
III.8 Déroulement de L`HAZOP	41
III.9 Équipe d`étude HAZOP	42
III.10 Informations utilisées dans l`étude HAZOP Les éléments suivants doivent être consultables par l`équipe HAZOP	43
III.11 Les limites et Les avantages de la méthode	44
III.11.1 Limites de L`HAZOP	44
III.11.2 Avantages de L`HAZOP	44
III.12 Représentation de la méthode d`HAZOP	44
III.13 conclusion	45
<b>Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux V-62</b>	
IV.1 introduction	47
IV.2 Description de la raffinerie de Skikda	47
IV.3 Présentation des unités de RA1K	48
IV.4 Explication du système (ballon v-62)	49
IV.5 Matrices des risques	50

IV.6Analyse dysfonctionnelle par la méthode HAZOP	52
IV .7 Résultats	61
IV.8 Recommandations	61
Conclusion générale	63
BIBLIOGRAPHIE	65

### Listes des tableaux

Tableau III.1	Signification des mots guide.	38
Tableau III.2	Exemples de paramètres de la méthode HAZOP	39
Tableau III.3	Exemple de matrices potentielle des mots guide et des paramètres.	40
Tableau III.4	Rôle Équipe d'étude HAZOP	43
Tableau III.5	Descripteur de données d'une étude HAZOP	44
Tableau IV.1	Matrice des risques	50
Tableau IV.2	Catégorie de probabilité	51
Tableau IV.3	Catégorie de conséquence	51
Tableau IV.4	Critères de classement des risques	52

## Table des figures

Figure I.1	Démontions d'un risque.	03
Figure I.2	La gravité du dommage et probabilité d'occurrence de dommage	04
Figure I.3	La courbe de [Famer,1967].	05
Figure I.4	Processus de la gestion du risque.	08
Figure I.5	Le risque doit être maîtrisé (analyse des risques).	10
Figure I.6	Vêtement de protection contre risque biologique.	11
Figure I.7	Produit chimique.	12
Figure I.8	Vibcheck appareil de mesure des vibrations.	13
Figure I.9	Chutes de hauteur / Chutes de plain-pied.	14
Figure I.10	Chutes d'objets.	15
Figure I.11	Matériel et Opérations de manutention manuelle.	17
Figure I.12	Risque lié à la manutention mécanique.	17
Figure I.13	Incendie /explosion.	18
Figure I.14	Électrique dynamique.	19
Figure I.15	Électrique atmosphérique.	20
Figure III.1	La relation de déviation	39
Figure IV.1	Situation géographique de RA1/K	47
Figure IV.2	Les différentes unités du complexe RA1/K	49
Figure IV.3:	Ballon de reflux V-62	50

## Liste des abréviations

**HSE** : Hygiène Sécurité et Environnement

**HAZOP** : Hazard and Operability Study (Étude des dangers et de la capacité opérationnelle)

**LIC** : Pressure indicated and control (Pression indiquée et contrôle)

**PSV** : Pressure security valve (soupape de sécurité de pression)

**POI** : plan d'opération interne

**PUI** : plan d'urgence interne

**PPI** : Plan particulier d'intervention

**RA1K** :(Raffinerie Algérienne 1K)

**AT** : Accident du Travail

**TMS** : Troubles Musculo-Squelettiques

**PSV** : Pressure Safety Valve /Soupape de sécurité de pression

**LV** : Level Valve - Vanne de niveau

**LT** : Level Transmitter/ Transmetteur de niveau

**FIC** : Flow Indicating Controller/ Contrôleur indicateur de débit

**FV** : Flow Valve/ Vanne de débit

**UVCE** : Unconfined Vapor Cloud Explosion/ Explosion de nuage de vapeur non confiné

**LAH** : Level Alarm High/Alarme de niveau haut

**LAHH** : Level Alarm High-High/ Alarme de niveau haut-haut

**LALL** : Level Alarm Low-Low/ Alarme de niveau bas-bas

**GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié

**BLEVE** : Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion.

## ملخص:

الهدف الرئيسي من عملنا هو تحليل وتقييم المخاطر الرئيسية المرتبطة بقسم تثبيث الناфта في مجمع RA1K في سكيكدة. ولتحقيق ذلك، طبقنا منهجية HAZOP لتحديد سيناريوهات الحوادث المحتملة. حددت الدراسة النقاط الحرجة في العملية، مثل المستوى والضغط ودرجة الحرارة ومعدل التدفق. طُبقت هذه المنهجية على أسطوانة التثبيت V62 الواقعة أسفل عمود التقطير، والتي تفصل المنتجات الخفيفة وتثبتها مع الحفاظ على ضغط ودرجة حرارة مناسبين. وتلعب هذه الأسطوانة دورًا حاسمًا في التوازن الحراري وسلامة العمليات، كما نقترح توصيات سلامة مُصممة خصيصًا لطبيعة المخاطر المُحددة.

الكلمات المفتاحية: HAZOP، المخاطر، الانحراف، الأسطوانة، مثبت.

---

## Résumé :

L'objectif principal de notre travail est l'analyse et l'évaluation des risques majeurs liés à la section de stabilisation du naphtha au sein du complexe RA1K à Skikda. Pour cela, nous avons appliqué la méthodologie HAZOP afin d'identifier les scénarios d'accidents potentiels. L'étude a permis d'identifier les points critiques du procédé, tels que le niveau, la pression, la température et le débit.

Cette méthodologie a été appliquée au ballon stabilisateur V62, situé en aval de la colonne de distillation, qui permet de séparer et de stabiliser les produits légers tout en maintenant une pression et une température adéquates. Ce ballon joue un rôle crucial dans l'équilibre thermique et la sécurité du procédé.

Enfin, nous proposons des recommandations de sécurité conçues spécifiquement selon la nature des risques identifiés.

**Mots clés :** HAZOP, risques, déviation, ballon, stabilisateur.

---

## Abstract :

The main objective of our work is to analyze and assess the major risks associated with the naphtha stabilization section of the RA1K complex in Skikda. To this end, we applied the HAZOP methodology to identify potential accident scenarios. The study identified critical process points, such as level, pressure, temperature, and flow rate.

This methodology was applied to the V62 stabilization drum, located downstream of the distillation column, which separates and stabilizes light products while maintaining adequate pressure and temperature. This drum plays a crucial role in thermal equilibrium and process safety.

Finally, we propose safety recommendations specifically designed to address the nature of the identified risks.

**Keywords:** HAZOP, risks, deviation, stabilization drum

***Introduction  
générale***

## Introduction générale

Actuellement, les industries pétrolières et pétrochimiques détiennent une place prépondérante dans les sources de développement durable et d'énergie irremplaçable à travers le monde et particulièrement en Algérie, qui travaillent généralement avec grandes quantités de matériaux potentiellement dangereux (Inflammables, Explosifs, Toxiques).

Cependant, ces industries sont basées sur des systèmes complexes qui nécessitent divers paramètres à contrôler, ce qui engendre plusieurs types de risques.

Le Complexe Topping de Condensat RA1K de SKIKDA est parmi ces industries qui a un rôle stratégique de production des hydrocarbures en Algérie, elle comporte plusieurs unités sensibles parmi lesquelles la section de stabilisation du naphta qui joue un rôle important dans la séparation du naphta stabilisé et GPL (C3+C4). Toutefois, cette activité est confrontée à plusieurs risques majeurs notamment les explosions et les incendies avec leurs différents types.

Pour cela, il est nécessaire d'avoir une gestion efficace des risques afin d'identifier, d'une manière fiable, le risque que présente le processus industriel et d'évaluer la diminution du risque que doit apporter les barrières de sécurité. À ce titre, les experts en sécurité industrielle ont élaboré des méthodes et des outils dédiés à cette tâche combien importante. L'objet de ces méthodes est d'obtenir des résultats précis en fonction de la disponibilité des données.

Donc comment on peut identifier, analyser et évaluer les risques industriels majeurs liés au fonctionnement de la section de stabilisation du naphta, en tenant compte de ses spécificités techniques et des scénarios d'accident potentiels ? Et quelles sont les méthodes qu'il faut utiliser pour les réduire ?

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres principaux :

Le premier est consacré : **Généralités sur la gestion des risques**

Le second traite de : **méthodes dévaluation des risques**

Le troisième chapitre est : **présentation et application de la méthode Hazop**

Enfin, le dernier est dédié à une étude de cas pratique et à l'élaboration d'un plan d'action concret :  
**application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux V-62**

Ainsi, Nous terminerons ce modeste travail par une conclusion générale

***CHAPITRE I :***  
***Généralités sur***  
***la gestion des***  
***risques***

### I.1 Introduction

La croissance des risques naturels et technologiques est un phénomène mondial préoccupant qui résulte notamment de l'industrialisation et de l'accroissement de la densité d'occupation des zones à risque, sujettes à des aléas ou événements dangereux.

La gestion des risques n'est pas une activité nouvelle, mais ce n'est pas que des méthodologies structurées ont émergé, pour évaluer le risque tout d'abord, et en aborder ensuite la gestion d'une manière rationnelle.

Un système de gestion des risques comprend plusieurs étapes qui sont les suivantes :

- L'identification des risques.
- L'évaluation (quantitative ou purement qualitative) des risques.
- Les critères de tolérance du risque.
- La réduction de risque.

Au niveau de ce chapitre, nous avons réalisé une étude théorique sur la gestion et la maîtrise des risques dans un but de recenser les risques de façon claire et structurée et amène également l'entreprise/organisme à dresser et à mettre en œuvre un plan destiné à prévenir les sinistres ou à en réduire l'incidence

### I.2 Le concept de risque professionnel

#### I.2.1 Notion de danger

Propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation Physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement :

##### I.2.1.1 Les types de danger

Les dangers sont généralement classés dans les catégories :

- ✓ Biologiques : bactéries, virus, insectes, plantes, oiseaux, animaux et humains, etc.
- ✓ Chimiques : dépendent des propriétés physiques, chimiques et toxiques du produit.
- ✓ Ergonomiques \_ mouvements répétitifs, aménagement inadéquat du poste de travail, etc.
- ✓ Physiques : rayonnements, champs magnétiques, pressions extrêmes (haute pression ou vide), bruit, etc.
- ✓ Psychosociaux stress, violence, etc.
- ✓ Liés à la sécurité : sources de chute et de trébuchement, surveillance inadéquate des machines, défauts ou pannes de l'équipement. [1]

### I.2.2 Notion Dommage

Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, aux biens ou à l'environnement

### I.2.3 Notion de risque

Une définition courante du risque est "l'exposition d'une personne ou d'un bien à un danger inhérent à une situation ou à une activité".

Ainsi, le risque est la probabilité de subir un événement qui pourrait causer un préjudice et la gravité de ce préjudice.

La notion de risque représentée dans un schéma à deux dimensions (voir la figure : I.1).

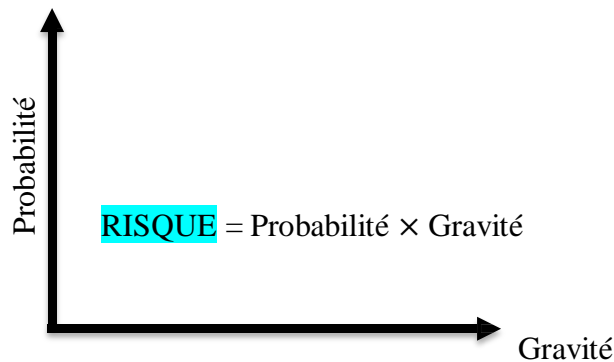
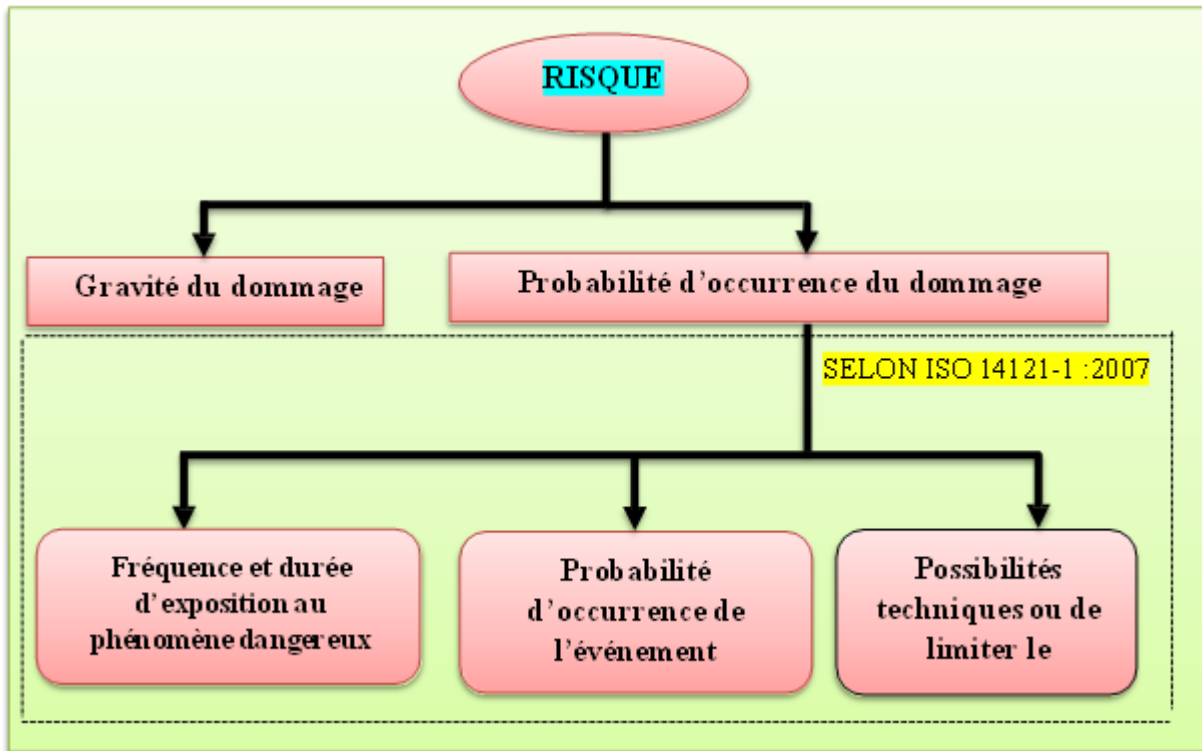


Figure I.1 : Démontions d'un risque.

**Gravité :** Le degré de dommage causé suite à l'événement horrible, selon les critères de gravité. La norme prend en compte l'évaluation des pertes humaines ou des conséquences économiques.

**Probabilité :** dans une situation de danger définie, l'incertitude associée à la survenance d'un événement redouté causant un dommage.

La figure ci-dessous montre la relation complémentaire entre les deux dimensions du risque (Gravité ; Probabilité) la fréquence et la durée d'exposition (voir la figure : I.2).



**Figure I.2 :** La gravité du dommage et probabilité d'occurrence de dommage.

Farmer a montré une relation presque linéaire entre la gravité et la probabilité d'occurrence [Farmer, 1967]. En effet, si l'on représente les incidents (gravité (G), probabilité (P)) sur une grille, on obtient la courbe représentée sur le graphique. Tous les risques classés en dessous de la courbe sont considérés comme acceptables, et à l'inverse, ceux au-dessus de la courbe sont considérés comme inacceptables. (**Voir la figure : I.3**).

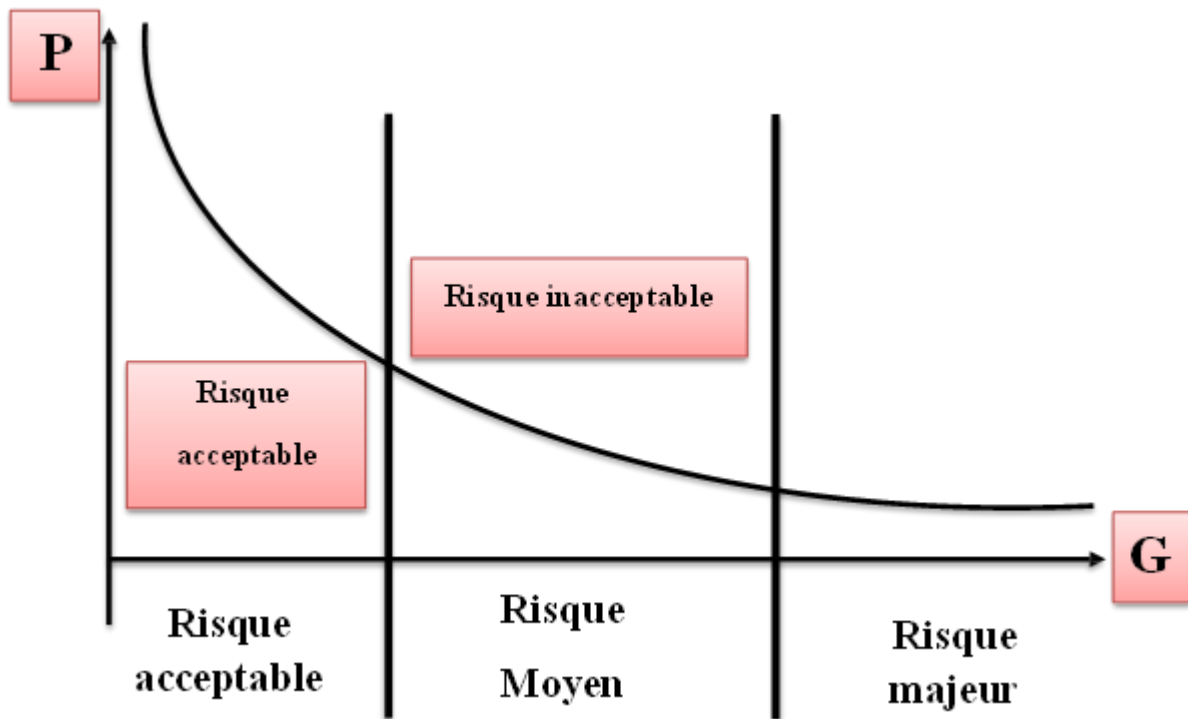


Figure I.3 : La courbe de [Famer,1967].

### I.2.3.1 Acceptabilité du risque

Ce concept est défini par un ensemble standard de "critères d'acceptabilité" (aussi appelés "niveaux de risque ou niveaux d'intolérance") et opère au niveau de la grille critique, permettant d'améliorer, de modifier ou de proposer des mesures de réduction des risques, afin qu'elles puissent être reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risques. [2]

### I.2.3.2 Risque acceptable

Les risques acceptables sont donc des risques qui sont réduits dans la mesure où l'organisation peut supporter en raison de ses obligations et de sa politique et ne provoque pas d'événements négatifs effectifs, la décision d'accepter le risque et dépend principalement du facteur humain.[3]

### I.2.3.3 Risque majeur

Les risques majeurs sont les risques d'origine naturelle ou technologique. En général, une fréquence faible et une gravité élevée caractérisent ce type de risque, ceci est représenté par la courbe de Farmer. Les risques majeurs se traduisent par un grand nombre de victimes, un impact négatif sur l'environnement et des dommages matériels importants. [3]

### I.2.4 Notion d'accident

Un accident est un événement imprévu entraînant la mort, détérioration de la santé, blessure,

dommage ou autre perte.

### **I.2.4.1 Accident de travail (AT)**

Considéré comme accident du travail (AT), quelle qu'en soit la cause, l'accident survenu par le fait ou à l'occasion du travail à toute personne salariée ou travaillant à quelque titre ou en quelque lieu que ce soit, pour un ou plusieurs employeurs ou chefs d'entreprise. [4]

### **I.2.4.2 Incident, accident et catastrophe**

Si le risque est une potentialité, l'accident est une réalité appelé la survenance ou la concrétisation du risque, c'est-à-dire le moment où le danger touche la cible, lui occasionnant des dommages plus ou moins importants C'est en fait l'importance des dommages causés et subis qui différencie incident, accident et catastrophe. L'incident peut même ne provoquer aucun dommage et n'être que la révélation d'un fonctionnement considéré comme anormal. Au contraire, l'accumulation de dommages graves permet de qualifier l'événement de catastrophe. L'accident est donc moins terrifiant que la catastrophe et plus ennuyeux que l'incident. [5]

### **I.2.5 Notion de sécurité :**

La sécurité est souvent définie par rapport à son contraire : elle serait l'absence de danger, d'accident ou de sinistre.

La sécurité concerne la non occurrence d'événements pouvant diminuer ou porter atteinte à l'intégrité du système, pendant toute la durée de l'activité du système, que celle-ci soit réussie, dégradée ou ait échoué.

Selon la gestion des risques, la sécurité est l'absence de risque inacceptable, de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes, directement ou indirectement, résultant d'un dommage au matériel ou à l'environnement. [6]

## **I.3 Classification des risques**

Dans la littérature, on trouve plusieurs classifications des risques, l'analyse des risques permet de les classer en cinq grandes familles :

- Les risques naturels : inondation, feu de forêt, avalanche, tempête, séisme, etc. ;
- Les risques technologiques : d'origine anthropique, ils regroupent les risques industriels, nucléaires, biologiques, ruptures de barrage, etc. ;
- Les risques de transports collectifs (personnes, matières dangereuses) : sont aussi considérés comme des risques technologiques ;
- Les risques de la vie quotidienne : accidents domestiques, accidents de la route, etc. ;

Les risques liés aux conflits. Une des classifications les plus répandues est de classer les risques en deux catégories : **Les risques naturels et les risques liés à l'activité humaine.**

Selon cette classification

- ✓ Les risques peuvent être naturels dans le sens où ils ont trait à un événement sans cause humaine directe avérée. Les causes directes supposées ou indirectes ne doivent pas modifier cette distinction.
- ✓ Les risques liés à l'activité humaine recouvrent un ensemble de catégories de risques divers :
  - Les risques techniques, technologiques, industriels et nucléaires
  - Les risques liés aux transports ;
  - Les risques sanitaires ;
  - Les risques médiatiques ;
  - Les risques économiques, financiers, managériaux ;
  - Les risques professionnels.[7]

### I.4 Gestion du risque

#### I.4.1 Définition La gestion du risque

Permet à une organisation de s'assurer qu'elle connaît et comprend les risques auxquels elle s'expose. La gestion du risque amène également l'entreprise/organisme à dresser et à mettre en œuvre un plan destiné à prévenir les sinistres ou à en réduire l'incidence. :

Un plan de gestion du risque comprend des stratégies et des techniques visant à reconnaître ces menaces et à les endiguer. Une bonne gestion du risque n'est pas nécessairement coûteuse ou fastidieuse. Elle peut consister simplement à répondre aux trois questions suivantes :

- Qu'est-ce qui pourrait mal tourner ?
- Que ferons-nous pour prévenir les dommages et réagir à un sinistre ou à des pertes ?
- Si un sinistre se produit, comment paierons-nous les dommages ? [8]

### **I.4.2 Principe de la gestion de risque**

La gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque).
- Acceptation du risque.
- Maîtrise ou réduction du risque.

### **I.4.3 Les étapes de la gestion des risques**

Il y a cinq étapes de la gestion des risques sont :

- Analyse des risques
- Estimation des risques
- L'évaluation des risques
- Acceptabilité des risques
- Réduction du risque

L'évaluation des risques devrait suivre l'approche d'étape dans cet ordre de préférence donnée.

Les trois premières étapes de l'évaluation des risques sont désignées souvent collectivement sous le nom de l'analyse des risques.

Une décision peut être prise si les mesures ramènent le risque à un niveau acceptable. Il est, également essentiel de vérifier que les mesures réduisant le risque sont efficaces.

Par conséquent une boucle de rétroaction de maîtrise ou de réduction de risque À l'identification doit être faite

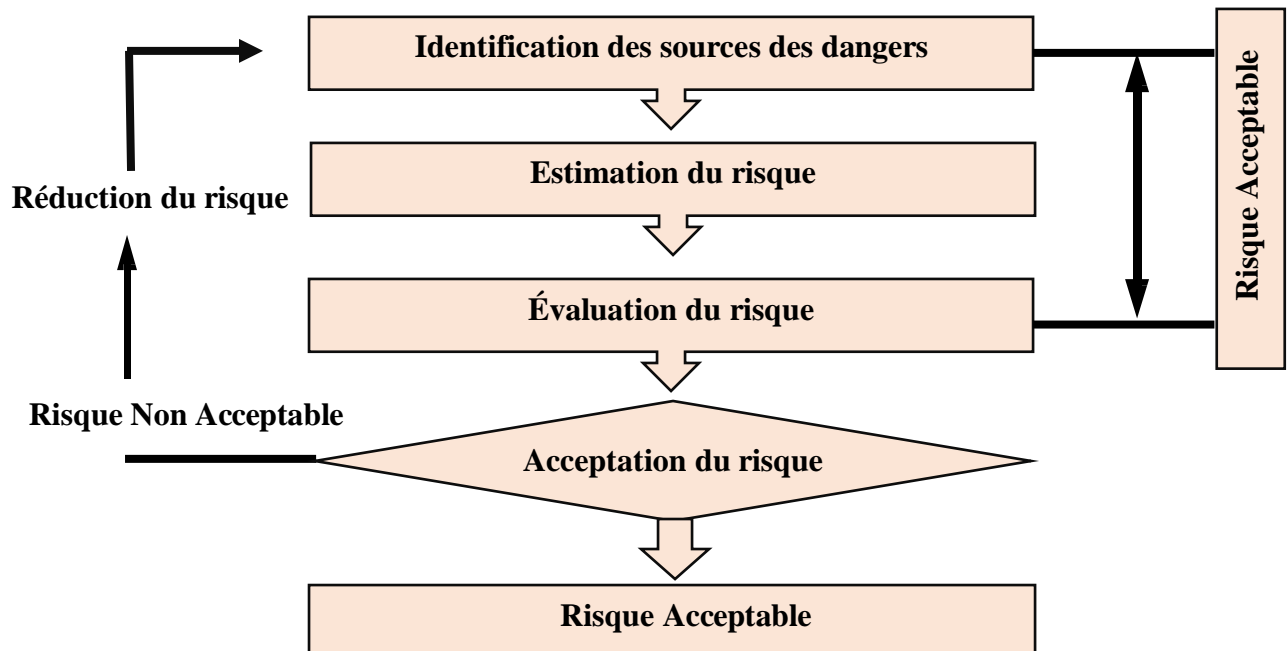


Figure I.4 : processus de la gestion du risque.

Signalons que lorsque la gestion des risques s'applique à un système complexe mobilisant plusieurs acteurs, ce processus doit s'accompagner d'une étape de communication, cette dernière pour concerner les dangers identifiés ou les mesures prises pour la maîtrise des risques associées. [8]

#### I.4.4 Les avantages de la gestion du risque

On peut limiter les avantages de la gestion des risques aux points suivants :

- Amélioration de la marge de manœuvre de l'entreprise ;
- Identification et gestion des risques et des opportunités à l'échelle de toute l'entreprise ;
- Détection précoce (système d'alarme précoce), minimisation et maîtrise des dangers et des risques ;
- Prévention des impondérables en entreprise et minimisation des pertes ;
- Assurer l'avenir à long terme ;
- Survie de l'organisation ;
- Optimiser la mise de capital et assurer la capacité de rendement à long terme ;
- Identifier et saisir les opportunités pour l'entreprise ;
- Contrôle du risque pour mieux profiter des opportunités ;
- Améliorer la communication ainsi que la gestion des risques et des opportunités. [9]

## I.5 Méthodes d'analyses des risques professionnels

### I.5.1 Analyse du risque

L'analyse du risque est définie dans comme : « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ».

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de danger et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vu.[10]

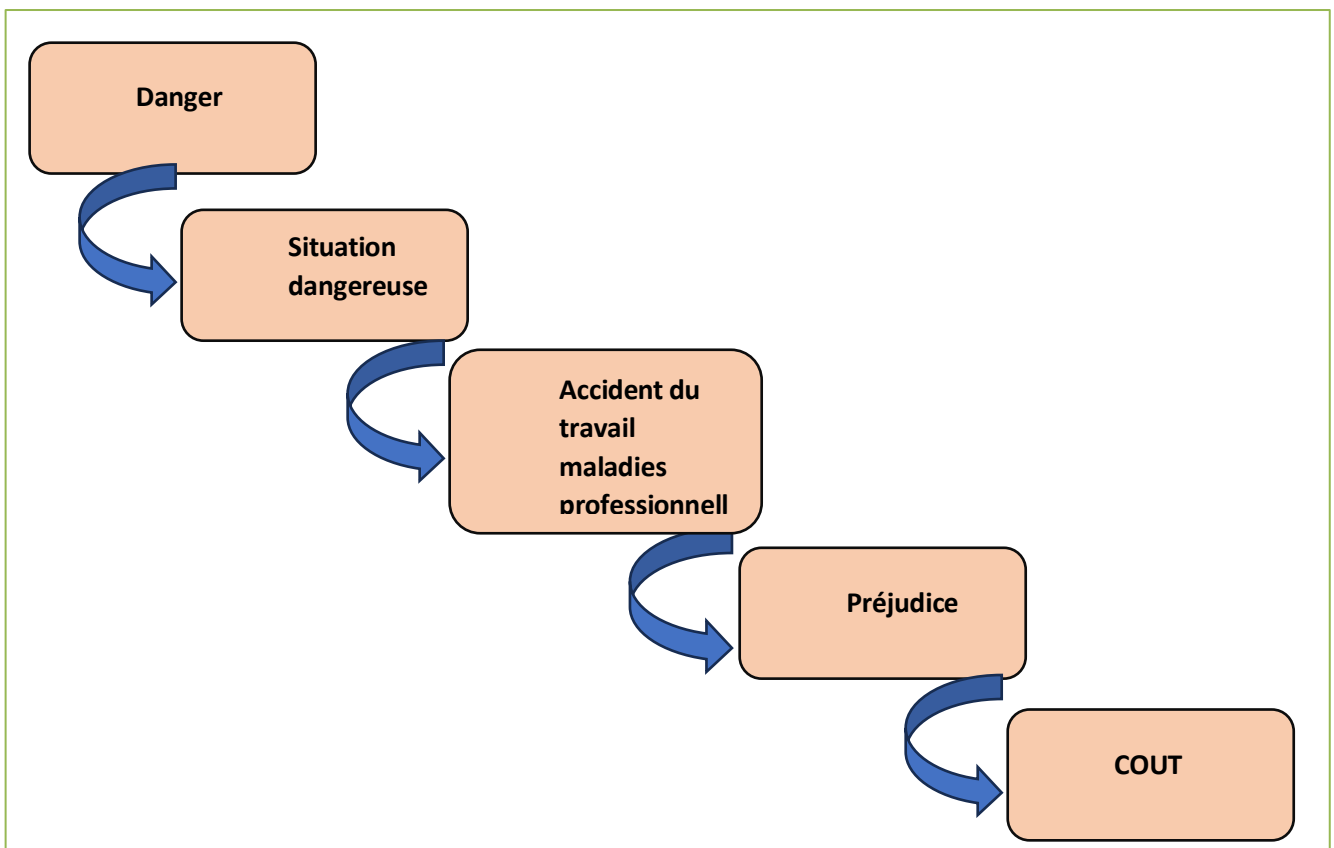


Figure I.5 : Le risque doit être maîtrisé (analyse des risques).

### I.5.1 Objectifs de l'analyse des risques

- Sécuriser l'activité et les tâches courantes des opérateurs
- Sécuriser les interfaces et les éventuelles interventions au poste de travail et son environnement

- Mettre en place des mesures de correction et de prévention
- Corriger les écarts sources d'accidents
- Réduire les accidents de travail
- Mesurer la performance de la sécurité
- Mettre en place un catalogue des risques identifiant les risques par poste de travail.[11]

### I.6 Évaluation du risque

Se demander si la diminution Du risque est nécessaire afin de Déterminer si les objectifs de santé et sécurité au travail sont atteints. [12]

### I.7 Réduction du risque

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque. De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable. De manière très générale, les mesures de maîtrise du risque concernent :

- La prévention, c'est-à-dire réduire la probabilité d'occurrence de la situation de danger 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.[10]

### I.8 Famille de risque industriel

#### I.8.1 Les risques biologiques

Les risques biologiques Ils correspondent aux risques dus à une exposition à des agents biologiques. On entend par agents biologiques les micro-organismes, y compris les organismes génétiquement recombinés, les parasites et les cultures cellulaires susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication. [13]



Figure I.6 Vêtement de protection contre risque biologique.

### I.8.1.1 Identification

Dangers liés :

- Au degré de pathogénicité des agents biologiques ;
- Aux objets coupants, tranchants et piquants ;
- À la libération de produits biologiques allergisants ou toxiques ;
- À l'incertitude face à la pathogénicité de différents agents ;
- Aux produits dangereux pour l'environnement ;
- Soins aux personnes en milieu hospitalier

### I.8.1.2 Moyens de prévention

- ✓ Information, formation et instruction des salariés
- ✓ Utilisation des moyens de protection individuelle (faire porter des protections respiratoires, Lunettes, gants, écran facial, etc.)
- ✓ Ventilation correcte des locaux
- ✓ Bonne gestion des déchets
- ✓ Réduction des temps d'exposition et limiter le personnel exposé
- ✓ Vaccinations et surveillance médicale des salariés concernés.
- ✓ Procédures de décontamination. [14]

### I.8.2 Les risques chimiques

Ce sont les risques liés à une exposition professionnelle à des substances chimiques. L'identification des dangers induits par ces substances a permis de les distinguer en substances explosives, comburantes, inflammables, toxiques, nocives, corrosives, irritantes, sensibilisantes, cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction, dangereuses pour l'environnement. [15]



Figure I.7 produit chimique.

### I.8.2.1 Identification

Dangers liés

- Aux propriétés physico-chimiques (produits corrosifs, comburants, explosifs ou inflammables) ;
- Aux propriétés toxicologiques (produits irritants, nocifs toxiques, cancérigènes, mutagènes, ...etc.)
- Aux propriétés éco-toxicologiques.

### I.8.2.2 Moyens de prévention

- ✓ Information, formation et instruction du personnel.
- ✓ Remplacer par des produits non dangereux et, si cela n'est pas possible, par des moins Dangereux.
- ✓ Réduction des quantités.

### I.8.3 Les risques physiques

On entend généralement ainsi les risques induits par une exposition professionnelle à des sources d'énergie. Ce sont les risques dus aux ambiances de travail (ambiance thermique, ambiance sonore, les vibrations, ambiance lumineuse) et les risques dus aux rayonnements (rayonnements ionisants, rayonnements ultra-violet et infra-rouges, ondes électromagnétiques). Les risques liés à la manutention de charges figurent souvent dans cette catégorie. [16]

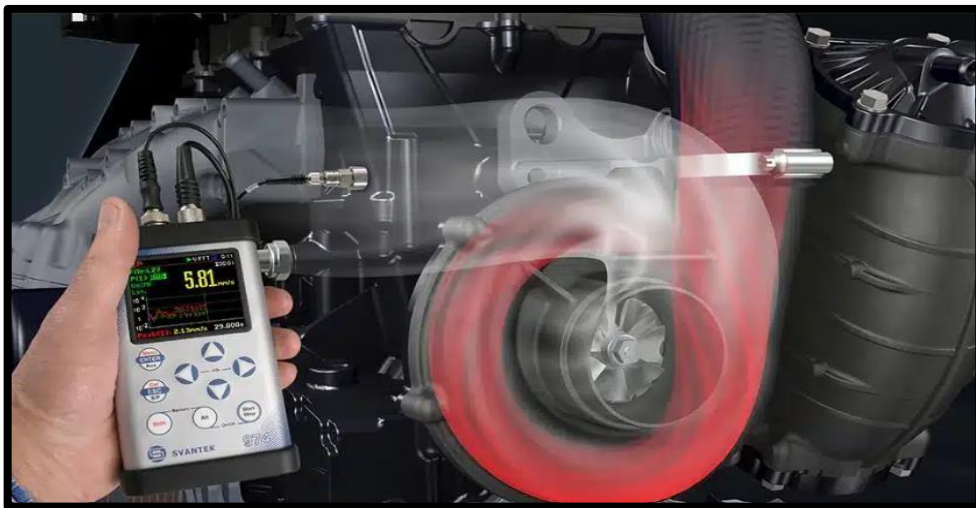


Figure I.8vibcheck appareil de mesure des vibrations.

### I.8.3.1 Identification

- Différents moyens de transport, installations et machines (bruit et vibrations) ;
- Présence de sources de rayonnements ionisants ;

- Présence de sources de rayonnements infrarouge ou ultraviolet.

### I.8.3.2 Moyens de prévention

- ✓ Réduction des quantités
- ✓ Informer, former et instruire le personnel
- ✓ Essayer de supprimer les sources de bruit ou de vibrations
- ✓ Limiter le temps d'exposition du personnel
- ✓ Disposer les installations bruyantes dans des locaux séparés
- ✓ Installer des protections sonores
- ✓ Installer des isolations contre les vibrations
- ✓ Entretenir régulièrement les machines, outils et moyens de transport
- ✓ Utiliser les moyens de protection individuelle adaptés
- ✓ Disposer de lunettes adaptées aux rayonnements
- ✓ Respecter les valeurs limites
- ✓ Classer les locaux en zones surveillées ou contrôlées
- ✓ Adapter le stockage des sources rayonnantes et déchets rayonnants
- ✓ Assurer un suivi médical du personnel exposé. [17]

### I.8.4 Les autres risques :

Les autres risques : D'autres types de risques, spécifiques ou non à une situation de travail particulière, existent évidemment, tels que les risques généraux (incendie, explosion, choc électrique, travail en hauteur, circulation, etc.) ou les risques liés à des situations stressantes et violentes. Outre ces différentes classes de risques, aux conséquences graves pour la santé et la sécurité des travailleurs, les risques liés à l'organisation du travail, aux horaires de travail, à l'intensité du travail et au vieillissement des travailleurs semblent de plus en plus fréquents ; les troubles musculosquelettiques (TMS) en sont un exemple classique. [16]

## I.9 Type de risque les plus fréquents

### I.9.1 Risque de chute

Risque d'accident résultant du contact brutal d'une personne avec le sol ou avec une autre surface suffisamment large et solide. [18]



**Figure I.9** Chutes de hauteur / Chutes de plain-pied.

### **I.9.1.1 Identification**

- Travail en hauteur
- Déplacements à pied

### **I.9.1.2 Moyens de prévention**

- ✓ Formation, information et instruction du personnel
- ✓ Signalisation des arêtes de chute
- ✓ Signalisation des sols glissants
- ✓ Signalisation des sols déformés
- ✓ Réparation des chemins de circulation en mauvais état
- ✓ Montage des échafaudages par des personnes compétentes et selon les indications du Fabricant
- ✓ Vérification de la conformité des matériels (échafaudages et échelles conformes et Maintenus en bon état)
- ✓ Éclairage correct
- ✓ Équipements de protection collective (garde-corps, etc.)
- ✓ Équipements de protection individuelle (chaussures de sécurité antidérapantes, harnais Antichute, etc.). **[19]**

## I.9.2 Chutes d'objets

Risques d'accident résultant de la chute d'objets lors du transport ou du stockage (par ex. : d'un étage supérieur ou de l'effondrement de matériaux) et lors de travaux en hauteur. [18]



Figure I.10 Chutes d'objets.

### I.9.2.1 Identification

- Objets stockés en hauteur
- Objets empilés sur une grande hauteur
- Travaux effectués à des hauteurs ou étages différents
- Travaux effectués dans des tranchées, des puits, des galeries, etc.
- Transports avec un appareil de levage (grues à tour, ponts roulants, grues mobiles ...etc.
- Lieux de travail superposés

### I.9.2.2 Moyens de prévention

- ✓ Formation, information et instruction du personnel
- ✓ Organisation du stockage : emplacements réservés, largeur des allées, stockage selon taille Des objets, etc.
- ✓ Limiter la hauteur de stockage selon les caractéristiques des objets
- ✓ Installation de protections évitant la chute d'objets pendant des travaux sur échafaudages ou à différents niveaux
- ✓ Respect des indications de taille et de poids pour le stockage sur étagères

- ✓ Port des équipements de protection individuelle
- ✓ Protéger la charge contre la chute lors du transport avec grues
- ✓ Ne pas déplacer des charges au-dessus de personnes. [19]

### I.9.3 Les risques de manutentions manuelle et mécanique

Les dictionnaires définissent la manutention comme de petits déplacements d'objets, de produits, de matériaux ou de marchandises, déplacements en hauteur (verticaux) ou en distance (horizontaux). Ces opérations peuvent être faites manuellement ou au moyen de systèmes, installations et équipements mécanisés, automatisés ou non. [20]

#### I.9.3.1 Les manutentions manuelles

Les manutentions manuelles sont définies : "On entend par manutention manuelle toute opération de transport ou de soutien de charge, dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui exige l'effort physique d'un ou de plusieurs travailleurs.

Cette définition implique l'usage des bras, des membres supérieurs et inférieurs pour effectuer les opérations de manutentions suivantes : le levage, la pose, la poussée, la traction, le port et le déplacement des objets (voir Figure.II.11)



Figure I.11 Matériel et Opérations de manutention manuelle.

Dans les manutentions manuelles, c'est l'énergie humaine qui seule initie les mouvements de l'objet, provoquant des troubles musculosquelettiques (TMS) ainsi qu'à des accidents mécaniques. [20]

### I.9.3.2 Les manutentions mécaniques

Il s'agit de manutentions faisant appel à des équipements de travail et des appareils à moteur électrique ou thermiques, mobiles ou non, autres que portatifs (**Figure I.12**).



**Figure I.12** Risque lié à la manutention mécanique.

### I.9.4 Risque d'incendie et d'explosion

Risque d'accident suite à un incendie ou à une explosion. [21]



**Figure I.13** incendie /explosion.

### I.9.4.1 Identification

- Présence de matériaux ou produits combustibles (p. ex. stockage de produits facilement Inflammables ou explosifs, stockage de papier, etc.)
- Présence d'équipement ou d'installation pouvant générer de la chaleur (p. ex. travaux de Soudage, etc.)
- Présence d'un comburant (p. ex. oxygène, produits chimiques dégageant de l'oxygène, etc.)
- Stockage de produits incompatibles
- Utilisation de substances facilement inflammables
  
- Création d'une atmosphère explosive (gaz, vapeurs, poussières, etc.)

### I.9.4.2 Moyens de prévention

- ✓ Formation, information et instruction du personnel
- ✓ Remplacement par des produits non dangereux et, si cela n'est possible, par des produits Moins dangereux
- ✓ Organisation du stockage
- ✓ Organisation de l'alerte et de l'intervention des secours
- ✓ Contrôle des équipements et installations
- ✓ Signalisation et étiquetage appropriés
- ✓ Affichage des consignes de sécurité et des plans d'évacuation
- ✓ Installation d'alarmes et de moyens de détection
- ✓ Installation de moyens d'extinction
- ✓ Suppression des sources de chaleur à proximité.

### I.9.5 Risques électriques

Dans les réservoirs, le risque électrique peut être engendré par l'électricité dynamique ou atmosphérique.

[22]

### I.9.5.1Électrique dynamique

Elle est due à l'échauffement et la surcharge électrique causée par la défectuosité des systèmes de protection des conducteurs et appareils électriques.



Figure I.14 Électrique dynamique.

### I.9.5.2Électrique atmosphérique

Elle est due à l'énergie libérée par la foudre dans un temps très court. Cette énergie peut allumer les vapeurs d'hydrocarbures.



Figure I.15: Électrique atmosphérique.

### I.10 Conclusion

Le domaine de prévention des risques professionnels est très vaste et en développement progressif à cause de la nouvelle technologie et les formations acquises. Il faut bien comprendre les principes de base de la prévention pour assurer une activité de prévention efficace.

Les risques professionnels existent, on ne peut pas les éliminer, mais on peut les réduire et les maîtriser, c'est pourquoi la mission de la prévention est primordiale pour préserver la santé et la sécurité des salariés dans l'entreprise. Il faut assez d'efforts de la part de professionnel des ressources humaines et le service de la sécurité et de l'hygiène pour contribuer à la construction d'une culture de la sécurité dans l'entreprise sans négliger en parallèle le rôle important des salariés dans ce domaine.

***Chapitre II :***  
***Méthodes***  
***d'évaluation***  
***des risques***

### II.1 Introduction

Le choix de la méthode ou des méthodes nécessaires pour réaliser l'analyse des risques est primordial. Il n'existe pas une méthode unique miraculeuse qui permettrait à toutes les entreprises de toutes tailles et de tous secteurs d'analyser leurs risques afin de déterminer les mesures de prévention.

Il existe donc des méthodes avec des objectifs différents, selon le besoin de l'entreprise dans la mise en place de son système dynamique de gestion des risques.

### II.2 Les méthodes d'analyses les risques

#### II.2.1 Les méthodes classiques d'analyse les risque

Les principales méthodes d'analyse les risques :

- L'analyse préliminaire des risques (APR).
- L'analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité (AMDEC).
- L'analyse des risques sur schémas type HAZOP.
- L'analyse par arbres des défaillances (AdD).
- L'analyse par arbres d'évènements (AdE). [23]

#### II.2.2 Analyse préliminaire des risques (APR)

##### II.2.2.1 Historique et définition

L'Analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Elle est utilisée depuis dans de nombreuses autres industries. L'Union des Industries Chimiques (UIC) recommande son utilisation en France depuis le début des années 1980.

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée. [23]

### II.2.2.2 Les principes

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation.

Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis, d'utilités...
- Des équipements dangereux comme, par exemple, des stockages, zones de réception-expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière...),
- Des opérations dangereuses associées au procédé.

-L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée. L'APR peut être mise en œuvre sans ou avec l'aide de liste de risques types ou en appliquant les mots guides Hazop.

-Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur la description fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode.

-A partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de danger. Dans le cadre de ce document, une situation de danger est définie comme une situation qui, si elle n'est pas maîtrisée, peut conduire à l'exposition d'enjeux à un ou plusieurs phénomènes dangereux.

-Le groupe de travail doit alors déterminer les causes et les conséquences de chacune des situations de danger identifiées puis identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'amélioration doivent alors être envisagées. [23]

### II.2.2.3 DEROULEMENT

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir

## Chapitre II : Méthodes d'évaluation des risques

coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse.

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

**Tableau II.1 : Exemple de tableau de type « APR »**

Fonction ou système :						Date :	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou équipement	Situation de danger	Causés	Conséquences	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observations

### II.2.2.4 LIMITES ET AVANTAGES

Le principal avantage de l'Analyse Préliminaire des Risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en termes de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des événements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes. [23]

Comme son nom l'indique, il s'agit à la base d'une méthode préliminaire d'analyse qui permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances.

Toutefois, son utilisation seule peut être jugée suffisante dans le cas d'installations simples ou lorsque le groupe de travail possède une expérience significative de ce type d'approches.

### **II.2.3 L'analyse des modes de défaillance de leur effet et de leur criticité (AMDEC)**

#### **II.2.3.1 Historique et domaine d'application**

L'Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets (AMDE) a été employée pour la première fois dans le domaine de l'industrie aéronautique durant les années 1960.

Son utilisation s'est depuis largement répandue à d'autres secteurs d'activités tels que l'industrie chimique, pétrolière ou le nucléaire.

De fait, elle est essentiellement adaptée à l'étude des défaillances de matériaux et d'équipements et peut s'appliquer aussi bien à des systèmes de technologies différentes (systèmes électriques, mécaniques, hydrauliques...) qu'à des systèmes alliant plusieurs techniques. [23]

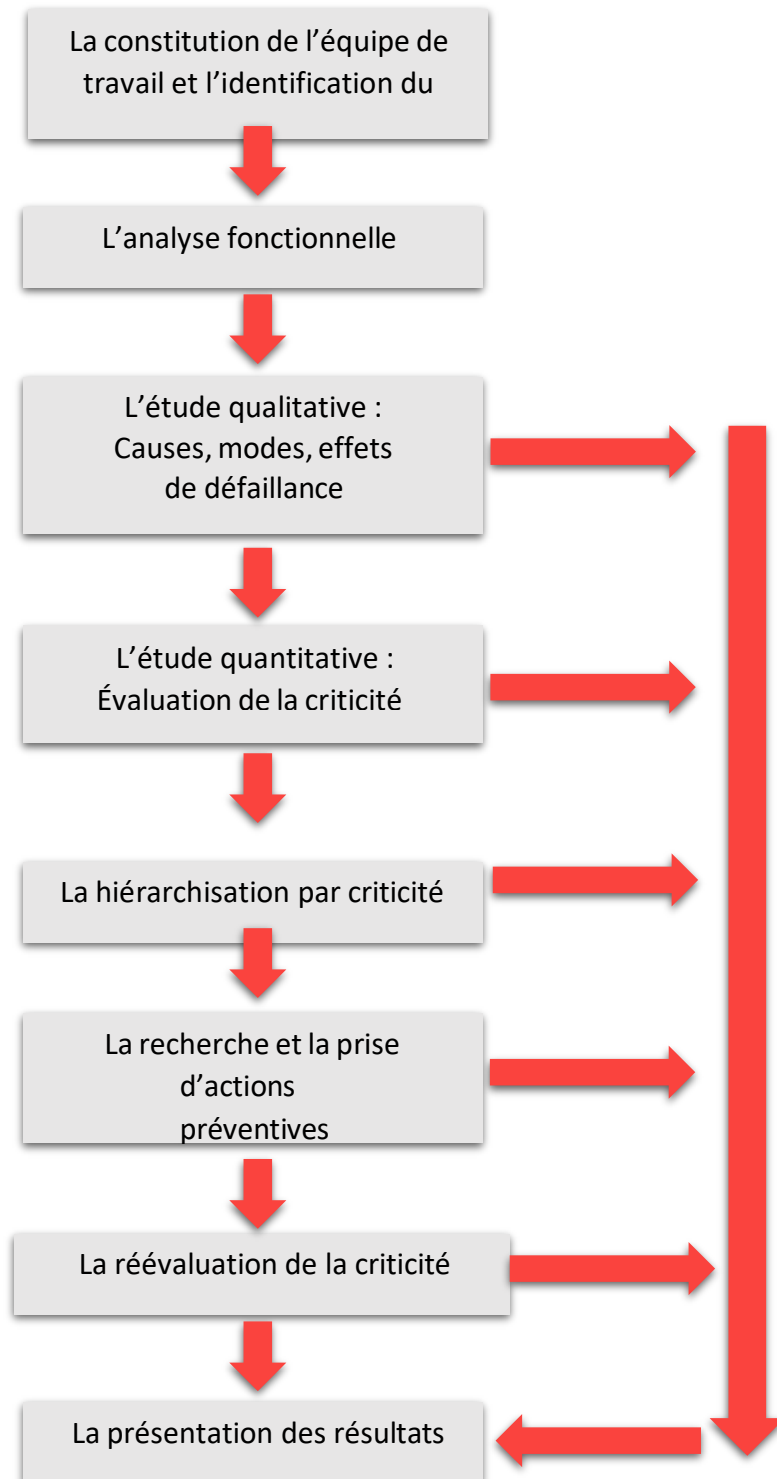
#### **II.2.3.2 principe de L'AMDEC**

Recenser les risques potentiels d'erreur (ou les modes de défaillance) et en évaluer les effets puis en analyser les causes.

L'AMDEC est d'identifier et de hiérarchiser les modes potentiels de défaillance susceptibles de se produire sur un équipement, d'en rechercher les effets sur les fonctions principales des équipements et d'en identifier les causes. Pour la détermination de la criticité des modes de défaillance, l'AMDEC requiert pour chaque mode de défaillance la recherche de la gravité de ses effets, la fréquence de son apparition et la probabilité de sa détectabilité. Quand toutes ces informations sont disponibles, différentes méthodes existent pour déduire une valeur de la criticité du mode de défaillance. Si la criticité est jugée non acceptable, il est alors impératif de définir des actions correctives pour pouvoir corriger la gravité nouvelle du mode de défaillance (si cela est effectivement possible), de modifier sa fréquence d'apparition et d'améliorer éventuellement sa détectabilité. [24]

### II.2.3.3 Les étapes de la méthode AMDEC

La méthode s'inscrit dans une démarche en huit étapes : [24]



**Figure II.1:** la démarche AMDEC

### II.2.3.4 Les avantages et les limites

L'AMDEC s'avère très efficace lorsqu'elle est mise en œuvre pour l'analyse de défaillances simples d'éléments conduisant à la défaillance globale du système. De par son caractère systématique et sa maille d'étude généralement fine, elle constitue un outil précieux pour l'identification de défaillances potentielles et les moyens d'en limiter les effets ou d'en prévenir l'occurrence.

Comme elle consiste à examiner chaque mode de défaillance, ses causes et ses effets pour les différents états de fonctionnement du système, l'AMDEC permet d'identifier les modes communs de défaillances pouvant affecter le système étudié. Les modes communs de défaillances correspondent à des événements qui de par leur nature ou la dépendance de certains composants, provoquent simultanément des états de panne sur plusieurs composants du système. Les pertes d'utilités ou des agressions externes majeurs constituent par exemple, en règle générale, des modes communs de défaillance.

Dans le cas de systèmes particulièrement complexes comptant un grand nombre de composants, l'AMDEC peut être très difficile à mener et particulièrement fastidieuse compte tenu du volume important d'informations à traiter. Cette difficulté est décuplée lorsque le système considéré comporte de nombreux états de fonctionnement.

Par ailleurs, l'AMDEC considère des défaillances simples et peut être utilement complétée, selon les besoins de l'analyse, par des méthodes dédiées à l'étude de défaillances multiples comme l'analyse par arbre des défaillances par exemple. [23]

### II.2.4 La méthode HAZOP

#### II.2.4.1 L'objectif

La méthode HAZOP s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou en projet, avec ses avantages :

- Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers : sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance...
- Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides
- Contribution au respect des normes en matière de sécurité. [25]

### II.2.4.2 Programme

#### II.2.4.2.1 Principes généraux de la méthode HAZOP

- Définition, cadre d'application, historique de la méthode
- Notion de risques et d'opérabilité

#### II.2.4.2.2 Description de la méthode

- Définition du système à étudier
- Prise de connaissance du système
- Eléments spécifiques à la méthode
- Présentation du tableau HAZOP
- Analyse des dysfonctionnements et mise en place de recommandations
- Quand utiliser HAZOP ?
- Application de la méthode sur un cas d'école [25]

#### II.2.4.2.3 Déroulement

- Préparation de l'étude
- Constitution et conduite du groupe de travail
- Suivi des recommandations du groupe de travail [25]

#### II.2.4.3 Les avantages et les limites

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo- hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori

de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe.

Enfin, L'HAZOP traitant de tous types de risques, elle peut être particulièrement longue à mettre en œuvre et conduire à une production abondante d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs. [23]

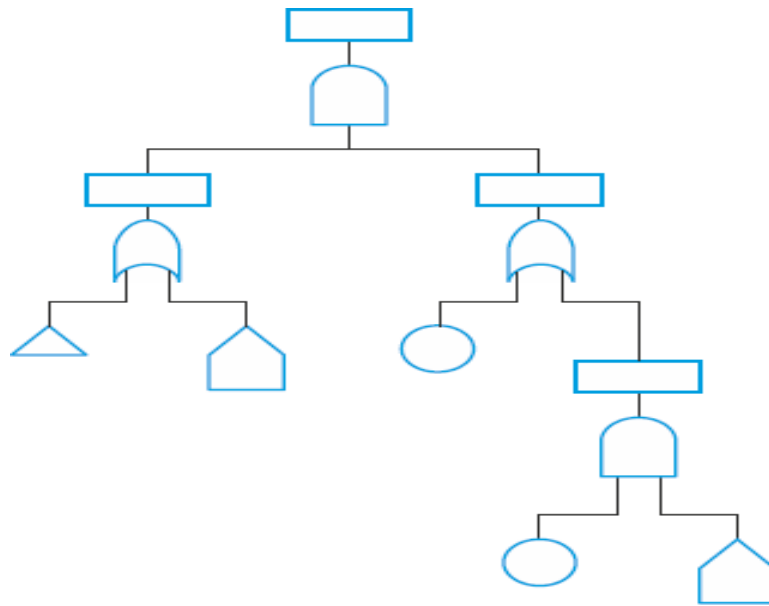
### II.2.5 La méthode arbre de défaillance

#### II.2.5.1 Principe de l'Add

Un arbre de défaillance représente de façon synthétique l'ensemble des combinaisons d'événements qui, dans certaines conditions produisent un événement donné, point de départ de l'étude. Construire un arbre de défaillance revient à répondre à la question « comment tel événement peut-il arriver ? », ou encore « quels sont tous les enchaînements possibles qui peuvent aboutir à cet événement ? ». [26]

#### II.2.5.2 Caractéristiques de l'Add

Un arbre de défaillance est généralement présenté de haut en bas (cf. figure 1 a). La ligne la plus haute ne comporte que l'événement dont on cherche à décrire comment il peut se produire. Chaque ligne détaille la ligne supérieure en présentant la combinaison ou les combinaisons susceptibles de produire l'événement de la ligne supérieure auquel elles sont rattachées. Ces relations sont représentées par des liens logiques OU ou ET. [26]



**Figure II.2 : Arbre de défaillance [26]**

### II.2.5.3 L'objectif de l'AdD

L'objectif « qualitatif » est de construire une synthèse de tout ce qui peut conduire à un événement redouté et d'évaluer l'effet d'une modification du système, de comparer les conséquences des mesures qui peuvent être envisagées pour réduire l'occurrence de l'événement redouté étudié. [26]

### II.2.5.4 Les avantages et les limites

Le principal avantage de l'analyse par arbre des défaillances est qu'elle permet de considérer des combinaisons d'événements pouvant conduire in fine à un événement redouté. Cette possibilité permet une bonne adéquation avec l'analyse d'accidents passés qui montre que les accidents majeurs observés résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs événements qui seuls n'auraient pu entraîner de tels sinistres.

Par ailleurs, en visant à l'estimation des probabilités d'occurrence des événements conduisant à l'événement final, elle permet de disposer de critères pour déterminer les priorités pour la prévention d'accidents potentiels.

L'analyse par arbre des défaillances porte sur un événement particulier et son application à tout un système peut s'avérer fastidieuse. En ce sens, il est conseillé de mettre en œuvre au préalable des méthodes inductives d'analyse des risques. Ces outils permettent d'une part d'identifier les événements les plus graves qui pourront faire l'objet d'une analyse par arbre des défaillances

et, d'autre part, de faciliter la détermination des causes immédiates, nécessaires et suffisantes au niveau de l'élaboration de l'arbre.

Depuis une quinzaine d'années, des logiciels informatiques sont commercialisés afin de rendre plus aisée l'application de l'arbre des défaillances. Ces outils se montrent très utiles pour la recherche des coupes minimales, la détermination des probabilités ainsi que pour la présentation graphique des résultats sous forme arborescente. [23]

### II.2.6 La méthode arbre d'événement

#### II.2.6.1 Description de l'analyse par arbre d'événement

L'arbre d'événements illustre graphiquement les conséquences potentielles d'un accident qui résulte d'un événement initiateur (une défaillance spécifique d'un équipement ou une erreur humaine). Une analyse par arbre d'événements (AAE) prend en compte la réaction des systèmes de sécurité et des opérateurs à l'événement initiateur lors de l'évaluation des conséquences potentielles de l'accident. Les résultats de l'AAE sont des séquences accidentelles ; c'est-à-dire un ensemble de défaillance ou d'erreurs qui conduisent à l'accident. Ces résultats décrivent les conséquences potentielles en termes de séquence d'événements (succès ou défaillance des fonctions de sécurité) qui font suite à un événement initiateur. Une analyse par arbre d'événements est bien adaptée pour étudier des procédés complexes qui ont plusieurs barrières de protection ou procédures d'urgence en place pour réagir à un événement initiateur spécifique. [27].

#### II.2.6.2 L'objectif de l'arbre d'événement

Les arbres d'événements sont utilisés pour identifier les divers accidents qui peuvent se produire dans un système complexe. À la suite de l'identification des séquences d'accidents individuels, les combinaisons spécifiques de défaillance qui peuvent conduire à des accidents peuvent être déterminées à l'aide de l'arbre d'événements. L'arbre d'événements permet :

- ❖ De rechercher toutes les causes et les combinaisons de causes conduisant à l'événement de tête ;
- ❖ De déterminer si chacune des caractéristiques de fiabilité du système est conforme à l'objectif prescrit ;

- ❖ De vérifier les hypothèses faites au cours d'autres analyses à propos de l'indépendance des systèmes et de la non-prise en compte de certaines défaillances ;
  - ❖ D'identifier le(les) facteur(s) qui a(ont) les conséquences les plus néfastes sur une caractéristique de fiabilité ainsi que les modifications nécessaires pour améliorer cette caractéristique ;
  - ❖ D'identifier les événements communs ou les défaillances de cause commune.
- [27]

### II.2.6.3 Applications de l'arbre d'événement

L'arbre d'événements est utilisé pour identifier les divers événements qui peuvent survenir dans un système complexe. À la suite de l'identification des séquences individuelles d'accident, les combinaisons spécifiques de défaillance qui conduisent à des accidents peuvent alors être déterminées en utilisant l'arbre de panne. [27]

### II.2.6.4 Principe de l'arbre d'événements

L'ADE évalue le potentiel d'accident résultant d'une défaillance d'un équipement ou d'un dérangement de procédé (événement initiateur). À la différence de l'analyse par arbre de panne (une approche déductive) l'AAE est un raisonnement inductif où l'analyste commence par un événement initiateur et développe la séquence probable d'événements qui conduisent aux accidents potentiels, en tenant compte tant du succès que de la défaillance des barrières de sécurité au fur et à mesure que l'accident progresse. Les arbres d'événements fournissent une façon systématique d'enregistrer les séquences d'accidents et de définir la relation entre les événements initiateurs et la séquence d'événements qui peut résulter en accidents.

Les arbres d'événements sont bien indiqués pour analyser les événements initiateurs qui pourraient conduire à une variété de conséquences. Un arbre d'événements met en évidence la cause initiale d'accidents potentiels et fonctionne à partir de l'événement initiateur jusqu'aux effets finaux. Chaque branche d'un arbre d'événements représente une séquence séparée d'accident qui est, pour un événement initiateur donné, un ensemble de relations entre les barrières de sécurité. [27]

### II.2.6.5 Les avantages et les limites

L'analyse par arbre d'évènements est une méthode qui permet d'examiner, à partir d'un événement initiateur, l'enchaînement des événements pouvant conduire ou non à un accident potentiel. Elle trouve ainsi une utilité toute particulière pour l'étude de l'architecture des moyens de sécurité (prévention, protection, intervention) existants ou pouvant être envisagés sur un site. A ce titre, elle peut être utilisée pour l'analyse d'accidents a posteriori.

Cette méthode peut s'avérer lourde à mettre en œuvre. En conséquence, il faut définir avec discernement l'événement initiateur qui fera l'objet de cette analyse. [23]

### II.2.7 Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre les méthodes de management des risques, celles-ci permettent une identification systématique des composantes du risque. Les différentes situations dangereuses, événements redoutés, causes, conséquences, ou accidents potentiels, tous ces éléments sont identifiés d'une manière méthodologique et présentés dans une forme tabulaire à l'image de l'APR et l'AMDEC, ou arborescente à l'image de l'Arbre de Défaillances ou d'Evénements. [28]

***Chapitre III :***  
***présentation***  
***de la méthode***  
***Hazop***

### III.1 Introduction

#### III.1.1 Historique de la méthode HAZOP

La méthode HAZOP, inventée en 1965 en Grande-Bretagne par la société ICI (Imperial chemical industries), elle était conçue comme une technique d'analyse de risque qualitative et s'adressait particulièrement à la phase d'ingénierie de détail de nouvelles installations chimiques ou pétrochimiques. Elle innovait par rapport aux pratiques des codes de construction et des revues sécurité sur schémas, employées à l'époque par les sociétés d'ingénierie, toutes basées sur l'analyse d'événements passés. Son originalité résidait dans son approche a priori des dangers et des dysfonctionnements d'une installation, par l'étude systématique des déviations des paramètres gouvernant de procédé à analyser. Cette technique s'est développée hors des limites de la société ICI, au sein de l'industrie chimique et pétrochimique après l'explosion catastrophique. Le samedi 1er juin 1974, un nuage de 40 tonnes de cyclohexane sur le site Ny pro (Royaume-Uni) de Flixborough en Grande-Bretagne a été gravement endommagé par une explosion qui a tué 28 ouvriers et a blessé 36 autres. Il a été admis que le nombre de victimes aurait été nettement plus important si l'incident s'était produit un jour de semaine, car la tour de bureaux principale était inoccupée. Selon les rapports, 53 personnes extérieures au site ont été blessées et des propriétés avoisinantes ont aussi été endommagées [29].

De simple technique, la méthode HAZOP est devenue une pratique d'identification des dangers et des problèmes d'exploitabilité, adoptée par de nombreuses industries (à risques), en particulier, l'industrie pétrolière caractérisée par des dangers similaires à ceux de l'industrie chimique ou pétrochimique, mais aussi dans des industries où les dangers sont d'une autre nature, comme ceux rencontrés dans le nucléaire, l'alimentaire et les transports.

L'identification des dangers est un processus permettant de trouver, lister et caractériser les situations, conditions ou pratiques qui comportent en elles-mêmes un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement. Ces situations, conditions ou pratiques, sont des dangers. [30]

#### III.2 Définition

HAZOP est une méthode prépondérante dans l'analyse de la sécurité des industries de process (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...). [31].

### III.3 Principe de la méthode

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

Le principe de l'HAZOP est d'associer des mots-clés et des paramètres relatifs à l'installation étudiée pour ainsi déceler des dérives. Elle ne considère plus des modes de défaillances mais les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. De ce fait, elle est centrée sur le fonctionnement du procédé, à la différence de l'AMDE qui est centrée sur le fonctionnement des composants de l'installation. [32]

**(Mot-clé + Paramètre = Déviation)**

### III.4 Mots-clés ou mots guides

Parallèlement, la méthode introduit un nombre limité (sept à l'origine) de mots-clés appelés aussi « mots guides » et définis originellement ainsi :

« ...simple mot ou courte phrase qualifiant l'intention en vue de guider et de stimuler le processus créatif et ainsi de permettre la découverte de déviations... ».

Liste des sept mots-clés (keywords) :

- a) Non ou pas de (no ou not) ;
- b) Plus de (more) ;
- c) Moins de (less) ;
- d) En plus de (as well as) ;
- e) En partie (part of) ;
- f) Autre que (otherthan) ;
- g) Inverse (reverse).

Depuis, se sont ajoutés quatre mots-clés relatifs aux notions de temps et de séquence :

- a) Plus tôt que (earlierthan) ;
- b) Plus tard que (laterthan) ;

c) Avant (before) ;

d) Après (later).

Soit un total aujourd'hui de onze mots-clés. La recherche d'autres mots-clés est ouverte à l'imagination. [33]

### III.5 L'objectif de la méthode HAZOP

La norme CEI 61882 définit les objectifs de la méthode HAZOP, à savoir :

- « ...identification des dangers potentiels dans le système. Le danger peut se limiter à la proximité immédiate du système ou étendre ses effets bien au-delà, comme dans le cas des dangers environnementaux... » ;
- « ...identification des problèmes potentiels d'exploitabilité posés par le système et, en particulier, l'identification des causes, des perturbations du fonctionnement et des déviations dans la production susceptible d'entraîner la fabrication de produits non conformes ... » [34]

Les raisons qui vont conduire à engager une étude HAZOP sur une installation industrielle peuvent répondre à de multiples objectifs qui sont en fait des exigences :

- a) Satisfaire aux exigences de la politique ' Hygiène-Sécurité-Environnement " (HSE) de l'entreprise propriétaire de l'installation ;
- b) Satisfaire aux exigences de l'Administration : Assurer la conformité avec la réglementation des Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), les codes du travail et de l'environnement, la Directive SEVESO ;
- c) Établir les plans d'urgence : Plan d'opération interne (POI) pour les installations industrielles, Plan d'urgence interne (PUI) pour les installations nucléaires, tous deux établis sous la responsabilité de l'exploitant, le Plan particulier d'intervention (PPI) et le Plan de prévention des risques technologiques (PPRT), établis sous l'autorité du Préfet ;
- d) Renforcer la confiance des parties prenantes (stakeholders) : populations, personnels, dirigeants, actionnaires, clients ;
- e) Satisfaire aux exigences des assureurs qui vont devoir couvrir financièrement le risque résiduel.
- f) Les études HAZOP permettent de corriger les erreurs avant que deviennent trop onéreux.
- g) Les études HAZOP sont devenues la méthode la plus employée pour l'identification des dangers.

Bien que la conception de l'usine se fonde sur les réglementations et normes applicables, le processus HAZOP a offert la possibilité de les compléter par une anticipation ingénieuse des écarts susceptibles de se produire en raison, par exemple, de conditions ou problèmes de procédé, du dysfonctionnement d'un équipement ou d'une erreur humaine.[33]

**Tableau III.1** Signification des mots guide.

<b>Mot-guide</b>	<b>Signification</b>
Pas de	Négation totale
Plus de, trop de	Augmentation quantitative d'une quantité ou d'un Paramètre du procédé
Moins de, pas assez de	Diminution quantitative d'une quantité ou d'un Paramètre du procédé
Inverse	Opposé logique de l'objectif de procédé
Plus long	La durée d'une opération du procédé est plus Longue
Plus courte	La durée d'une opération du procédé est plus Courte
Plus tôt	Une opération du procédé se produit avant le Moment prévu
Plus tard	Une opération du procédé se produit après le Moment prévu

### III.6 Paramètres de fonctionnement

Les paramétrés de fonctionnement, pouvant avoir une incidence sur la sécurité de l'installation, doivent être sélectionnés. De manière fréquente, les paramétrés sur lesquels porte l'analyse, sont : [35]

- h) La température ;
- i) La pression.
- j) Le débit.
- k) Le niveau.
- l) La concentration.
- m) La viscosité.
- n) Le temps.

Les opérations à réaliser :

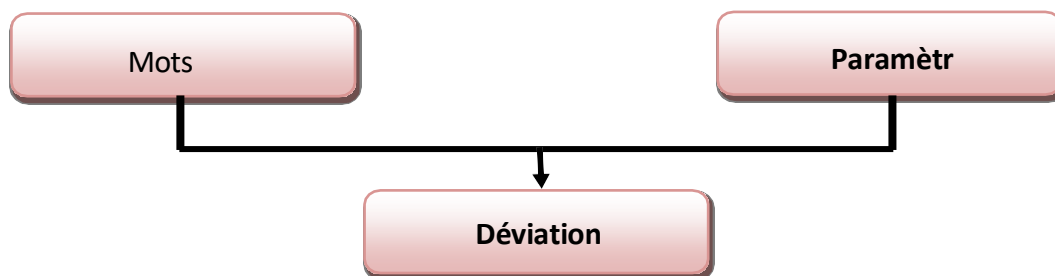
- a) La quantité.
- b) L'absorption.
- c) La composition.
- d) Séparation. Actions à réaliser ;
  - a) Démarrer ;
  - b) Isoler Fonctions-situations ;
- a) Protection ;
- b) Séisme.

**Tableau III.2** Exemples de paramètres de la méthode HAZOP.

Grandeurs physiques Mesurables		Opérations à réaliser		Actions à réaliser	Fonctions-Situations
Température	PH	Chargement	Contrôle	Démarrer	Protection
Pression	Intensité	Dilution	Séparation	Échantillonner	Fuite
Niveau	Vitesse	Chauffage	Refroidissement	Arrêter	Défaut d'utilités
Débit	Fréquence	Agitation	Transfert	Isoler	Gel
Concentration	Quantité	Mélange	Maintenance	Purger	Séisme
Contamination	Temps	Réaction	Corrosion	Fermer	Malveillance

### III.7 Déviations

La combinaison de mots-clés et de paramètres de fonctionnement va constituer une dérive, ou déviation, de ce paramètre [36].



**Figure III.1** La relation de déviation

**Exemple I :** Le paramètre grandeur physique « température » appliqué au mot-clé « plus de

» conduit à la déviation « plus de température », sous-entendu par rapport à l'intention du procédé, déviation qui s'exprimera plus clairement par « température haute ». De la même façon, le paramètre opératoire « agitation » appliqué au mot-clé « pas de » conduit à la déviation « Pas d'agitation ». On notera que l'état de référence du paramètre soumis à déviation dépend notamment de l'état du système considéré : fonctionnement normal ou transitoire (démarrage, arrêt).[37]

### Exemple II :

- a) "Plus de " et " Température " = " Température trop haute " ;
- b) " Moins de " et " Pression " = "Pression trop basse " ;
- c) " Inverse " et "Débit " = "Retour de produit " ;
- d) " Pas de " et " Niveau " = "Capacité vide".

**Tableau III.3** Exemple de matrices potentielle des mots guide et des paramètres.

Mot- guide Paramètre	Plus de	Moins de	Pas	Inverse	Partielle ment Incorrecte	Équivalent	Autre que
Pression	Pression Trop haute	Pression trop basse Se	Absence de Confinement	Appareil Sous-vide	Erreur point de mesure De Pression	Pression extérieur	Manque d'air Instrument s
Température	Trop chaud	Trop froid	Manque de réchauffa e	Manque de refroidissent	Erreur point de mesure de tempéra te	Exposition au feu	Réaction exothermique endothermique
Débit	Trop grande	Trop petit	Débit nul	Routeur de produit	Fau se origine du Produit	A Ut e phase	Manque de gaz inerte
Niveau	Trop haut	Trop bas	Appareil vide	Recyclage	Erreur De produit	Moussa e expans in	Manque d'énergie électrique

Concentration	Trop forte	Trop basse	Manque d'additif (catalyser )	Rapport inversé	Erreur de constituant	Densité défectueuse	Contamination
Temps	Opération trop longue	Opération trop courte	Opération oubliée	Reprise de la même opération	Mauvaise opération	Addition d'une autre Opération	Démarrer Et Arrêt
Protection	Risque induit par surprotection	Protection Insuffisante	Manque de protection	Impact choc		Chute dispersion	Malveillance

### III.8 Déroulement de L'HAZOP

Le déroulement d'une étude HAZOP se fait en suivant les étapes suivantes, voir la figure :

- 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 être prendre l'analyse au point. **[38]**

### III.9 Équipe d'étude HAZOP

Il est important qu'une équipe HAZOP soit constituée de personnes qui apportent à l'étude le meilleur équilibre possible entre les connaissances et l'expérience sur le type d'usine envisagé. Une équipe HAZOP type sera constituée comme suit :

- Diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID) pour l'installation.
- Documentation de philosophie ou de description de procédé.
- Procédures de fonctionnement et de maintenance existantes.
- Diagrammes de causes et effets (C&E).
- Plans d'aménagement d'usine. [39]

**Tableau III.4** Rôle Équipe d'étude HAZOP.

Nom	Rôle
Président	Explique le processus HAZOP, dirige les discussions et facilite L'étude HAZOP. Personne ayant une bonne expérience de la méthode HAZOP, mais pas directement impliquée dans la Conception, afin de garantir le respect scrupuleux de la méthode.
Secrétaire	Consigne les discussions de la réunion HAZOP et fournit un Compte-rendu de celles-ci. Consigne les recommandations où 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/opérateur	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.

### **III.10 Informations utilisées dans l'étude HAZOP Les éléments suivants doivent être consultables par l'équipe HAZOP :[40]**

- Diagrammes de tuyauterie et d'instrumentation (P&ID) pour l'installation ;
- Documentation de philosophie ou de description de procédé ;
- Procédures de fonctionnement et de maintenance existantes ;
- Diagrammes de causes et effets (C&E) ;
- Plans d'aménagement d'usine.

### **III.11 Les limites et Les avantages de la méthode**

#### **III.11.1 Limites de L'HAZOP**

Les limites de la méthode HAZOP sont : [41]

- La méthode HAZOP repose sur la déviation des variables, mais ne prend pas en compte les défaillances, ni les enchaînements que peuvent entraîner les déviations de ces variables.
- Cette méthode ne représente pas l'installation sous une forme structurée facilement informatisable.
- HAZOP permet difficilement d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances ;
- Il est parfois difficile d'affecter un mot-guide à une portion bien délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive des causes potentielles d'une dérive.

#### **III.11.2 Avantages de L'HAZOP**

HAZOP est une méthode très adaptée à l'étude de dangers dans le domaine des Procédés tel que le domaine chimique.

- HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo hydrauliques, Cette méthode présente un caractère systématique et méthodique.
- La méthode HAZOP repose sur la déviation des variables, mais ne prend pas en compte les défaillances, ni les enchaînements que peuvent entraîner les déviations de ces variables. [42]

### III.12 Représentation de la méthode d`HAZOP

Tableau III.5 Descripteur de données d`une étude HAZOP

Date Ligne ou équipement :								
N°	Mot clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Sécurités existantes	Propositions D`amélioration	Observations

- Cause et conséquence de la dérive : le groupe de travail une fois la dérive envisagée, doit identifier les causes de cette dérive, puis les conséquences potentielles de cette dérive en pratique, il peut être difficile d'affecter à chaque mot-clé (et dérive) une portion bien délimitée du système et en conséquence, l'examen des causes potentielles peut s'avérer, dans certains cas, complexe. Afin de faciliter cette identification, il est utile de se référer à des listes guides [43].
- Moyens de détection, sécurités existantes et proposition : la méthode HAZOP prévoit d'identifier pour chaque dérive les moyens accordés à sa détection et les barrières de sécurité prévues pour en réduire l'occurrence ou les effets. si les mesures mises en place paraissent insuffisantes au regard du risque encouru, le groupe de travail peut proposer des améliorations en vue de pallier ces problèmes ou du moins définir des actions à engager pour améliorer la sécurité quant à ces points précis.

### III.13 conclusion

Ouvrir sur d'autres références du même champ artistique ou autre. Cette méthodologie est valable pour présenter l'œuvre d'un artiste, comme pour parler de votre propre travail avec quelques variantes évidemment.

*Chapitre IV :*  
*Application de*  
*la*  
*méthodologie*  
*proposée sur*  
*ballon de*  
*reflux V-62*

## IV.1 introduction

Les risques sont toujours présents dans le domaine de la distillation de pétrole, et

Afin de comprendre la nature, les causes et les conséquences de ce risque, nous allons

Appliquer la méthode d'analyse de risque "HAZOP" sur le Ballon de reflux v\_62

## IV.2 Description de la raffinerie de Skikda

Le complexe de la raffinerie de pétrole de Skikda, baptisé RA1/K et implanté sur la zone industrielle à 07 Km à l'Est de la ville de SKIKDA et à 02 Km de la mer. Elle est aménagée sur une superficie de 230 hectares environ (projet de réhabilitation inclus). Cette Raffinerie a pour mission de transformer le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud à travers un pipeline de 760Km.

Sa capacité de traitement est de 16,5 millions t/an de pétrole et de 277000 t/an de brut réduit importé (BRI). Le raffinage de SKIKDA est conçu pour :

- Raffiner le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud ;
- Traiter le naphta pour produire des essences, des hydrocarbures aromatiques ;
- Traiter le brut réduit importé (BRI) pour produire des bitumes routiers et oxydés.

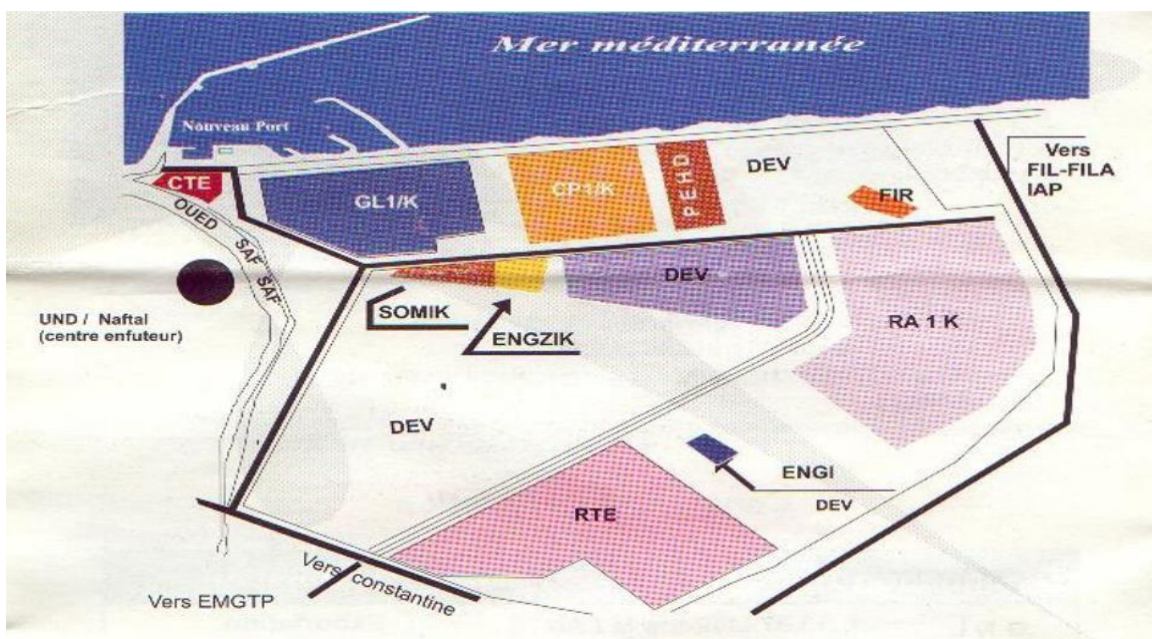


Figure IV.1: Situation géographique de RA1/K

### **IV.3 Présentation des unités de RA1K**

La raffinerie de Skikda se compose des unités de production suivantes :

- Unités 10 & 11 de distillation atmosphérique (Topping) ;
- Unité 100 de prétraitement et de reforming catalytique (Magnaforming) ;
- Unités 101 & 103 de prétraitement et de reforming catalytique (Platforming) ;
- Unités 30, 31 & 104 de traitement et séparation des gaz (GPL) ;
- Unité 200 d'extraction des aromatiques ;
- Unité 400 de cristallisation et séparation du paraxylène ;
- Unité 500 d'isomérisation du xylène ;
- Unité 70 de distillation sous vide (Bitume) ;
- Unité 1050 centrale thermique (CTE) et utilités ;
- Unité 600 de stockage, mélange et expédition( Melex) ;
- Unités 700, 701 ,702 et 703 d'hydrotraitement et isomérisation du Naphta ;
- Unité 900 de purification d'hydrogène.



**Figure IV.2:** Les différentes unités du complexe RA1/K

#### **IV.4 Explication du système (ballon v-62)**

Le liquide accumulé dans le Ballon de Reflux de la tête 10-V-62 aspiré par les pompes 10-P-63A/B et envoyé en tête de la colonne 10-C-5 comme le reflux sous le débit contrôlé de 10-FIC-2251 par la vanne de contrôle de débit 10-FV-2252. Le reste du produit en tête est pris À l'unité 30 avec le débit contrôlé par 10-FIC-2251 fonctionnant en cascade avec le contrôleur De niveau 10-LIC-2253, équipé avec l'alarme pour le niveau bas 10-LAH/LAL-2253. Le Niveau d'interface entre le naphta et l'eau huileux dans 10-V-62 est contrôlé par 10-LIC-2255 En contrôlant le débit par 10-LV-2255 situé dans la ligne de décharge de boot. Comme un Détecteur d'hydrocarbure de sécurité supplémentaire 10-AI-2151 et 10-AI-2152 a été fourni Près de fond de ballon de reflux (10-V-62) et la pompe de reflux (10-P-63 A/B).

De plus, comme une partie de sécurité, 10-LI-2157 / 2258 ont été fourni avec l'alarme de

## Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62

Haute-haute 10-LAHH-2157 et Basse-Basse 10-LALL-2258. Dans le cas où 10-LAHH-2257 Verrouillage 10-I-2257 sera actionné et 10-UV-2254 en ligne de tête de 10-V-62 sera fermé. Dans le cas où 10-LALL-2158 donne les signaux du blocs, 10-I-2258 va actionner et fermer L'interrupteur 10-UV-2252 2158 installé sur la ligne d'aspiration de 10-P-63 A/B.

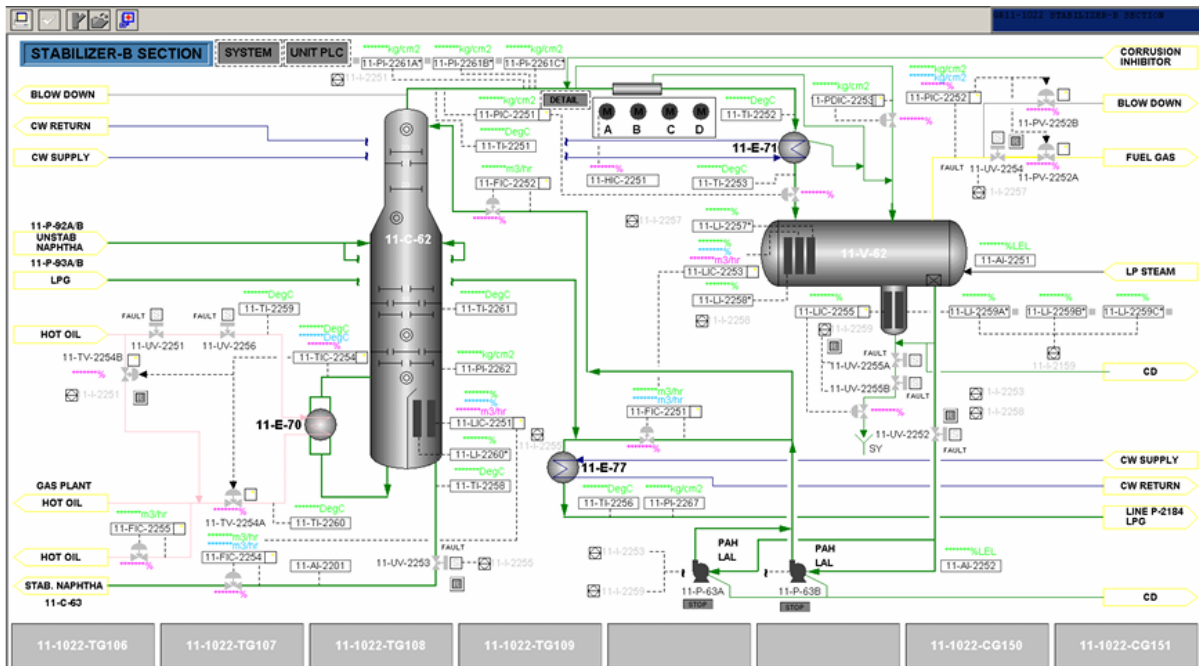


Figure IV.3: ballon de reflux V-62

### IV.5 Matrices des risques

Tableau IV.1 : Matrice des risques

Gravité	Probabilité				
	0	1	2	3	4
0	F	F	F	F	F
1	F	F	F	M	M
2	F	F	M	M	M
3	F	M	M	H	H
4	M	M	H	H	H

## Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62

**Tableau IV.2 : Catégorie de probabilité**

Catégorie	Probabilité
0	Négligeable (> 100 ans)
1	> 20 ans
2	4 à 20 ans
3	6 mois à 4 ans
4	< 6 mois

Commentaires généraux :

1. Fréquence des défaillances des vannes de régulation fixée à 2 (4 à 20 ans)
2. Fréquence des erreurs de l'opérateur fixée à 3 (6 mois à 4 ans)
3. Ces éléments conduisent à de nombreux classements de risque « moyen », mais tous ne justifient pas une recommandation.
4. Le classement de risque « H » nécessite une recommandation dans tous les cas.

**Tableau IV.3 : Catégorie de conséquence**

Catégorie	Gravité (personnel)	Gravité (perte d'actifs – USD)	Gravité (Env)
0	Aucune blessure ni effet sur la santé	< 1 000	Aucun déversement/rejet
1	Légère blessure ou effet sur la santé	1 000 – 10 000	Léger déversement/rejet
2	Blessure mineure ou effet sur la santé	10 000 – 100 000	Déversement/rejet mineur
3	Blessure grave ou effet sur la santé	100 000 – 1 million	Déversement/rejet majeur – Impact interne
4	Un à trois décès	1 million – 10 millions	Déversement/rejet majeur – Impact externe

**Tableau IV.4 : Critères de classement des risques**

<b>RANG</b>	<b>DESCRIPTION DU CLASSEMENT</b>	<b>MESURES D'ATTÉNUATION</b>
<b>F</b>	<b>Faible</b>	<b>Aucune mesure d'atténuation n'est requise, cependant, une recommandation peut être envisagée pour une amélioration supplémentaire.</b>
<b>M</b>	<b>Moyen</b>	<b>Vérifier que le danger est contrôlé par des mesures techniques et administratives ou recommander des améliorations.</b>
<b>H</b>	<b>Haut</b>	<b>Atténuer les risques en mettant en œuvre des mesures techniques et, si nécessaire, des mesures administratives pour réduire le niveau de risque à un niveau acceptable.</b>

#### **IV .6Analyse dysfonctionnelle par la méthode HAZOP**

Notre système, dépend de quatre paramètres essentiels : le niveau, la température, la pression et le débit

### Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62

Déviation		Causes	Conséquences	Alarmes	Moyens de protection	Barrières de sécurité existantes	Détection	Criticité		Recommandation
Paramètre	Mot-clé							P	G	
Niveau du GPL liquide	Plus de	-BPCS de niveau de GPL liquide défaillante : *LT-2253défaillant *LIC-2253défaillant *FIC-2251défaillant *FV-2251bloquée fermée -Fausse indication -LT-2257 défaillant -LI-2257 défaillant	Augmentation de la pression -Évacuation importance de GPL liquide vers torchère	-LAH en LIC-2253 -LAHH en LI-2257 -PAH en PIC-2251 -PAH en PIC-2252	-I-2257 (FermeUV-2254)	-opérateur -PV-2252 (A\B)	\	3	2	-la maintenance régulière

### Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62

<p>-Moins de</p> <p>-Pas de</p>	<p>-fuite au niveau de la partie liquide du ballon V-62</p> <p>-BPCS de niveau de GPL liquide défaillante :</p> <p>*LT-2253défaillant</p> <p>*LIC-2253défaillant</p> <p>*FIC-2251défaillant</p> <p>*FV-2251bloquée \ouverte</p> <p>-refroidissement insuffisante de vapeur GPL</p> <p>*Fausse indication</p> <p>*LT-2257défaillant</p> <p>*LI-2257 défaillant</p>	<p>-cavitation de la pompe P63(AB)</p> <p>-fuite des vapeurs de GPL vers les Joints des pompesP63</p> <p>-augmentation De la pression</p> <p>-fuite de GPL liquide vers la canalisation d'eau</p> <p>-UVCE</p>	<p>-LAL en LIC-2253</p> <p>-LALL en LI-2257</p> <p>-AHH en AI-2251</p> <p>-AAH en LIC-2255</p> <p>-LALL en LI-2259</p> <p>-PHH en PIC 2251</p> <p>-PAH en PIC-2252</p>	<p>-I-2257(ferme</p> <p>UV-2252 et arrête les P63A\B</p> <p>-I-2259(ferme</p> <p>UV-2255A\B</p>	<p>-opérateur</p> <p>-skid a mousse</p> <p>-hydro-moniteur</p> <p>-extincteur a poudre ABC</p> <p>-PV-2252 A\B</p>	<p>-détecteur Hydrocarbure</p> <p>AI-2251 et AI-2252</p>	<p>3</p>	<p>1</p>	<p>-la surveillance et la maintenance régulière</p>
---------------------------------	---	--	--	---	--	--	----------	----------	---

**Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62**

Déviation		Causes	Conséquences	Alarmes	Moyens de protection	Barrières de sécurité	Détection	Criticité		Recommandation
Paramètre	Mot-clé							P	G	
Niveau d'eau Huileux	Plus de	BPCS de niveau d'eau huileux défaillante : *LT-2255défaillant *LIC-2255défaillant *LV-2255bloquée fermée *Fausse indication *LT-2259 défaillant *LI-2259 défaillant	-produits hors spécification	-LAHenLIC-2255 -LAHHenLI-2259				1	4	-purge et surveillance régulière
	Moins de -Pas de	BPCS de niveau d'eau huileux défaillante : *LT-2255défaillant *LIC-2255défaillant *LV-2255bloquée fermée -Fausse indication -LT-2259 défaillant -LI-2259 défaillant	-fuite de GPL liquide vers les canalisations d'eau huileux -Incendie -UVCE	-LALenLIC-2255 -LALLenLI-2259 -AAHenAI-2252	-I-2259(fermeUV-2255 A\B)	-opérateur -skid a mousse -hydro-moniteur -extincteur a poudre ABC	-Détecteur d'hydrocarbures AI-2252	2	2	-Mise en place de détecteur de feu

**Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62**

Déviation		Causes	Conséquences	Alarmes	Moyens de protection	Barrières de sécurité	Détection	Criticité		Recommandation
Paramètre	Mot-clé							P	G	
Débit de sortie de GPL liquide	Plus de	BPCS de débit de reflux vers C5 de GPL liquide Défaillante : *FT-2252défaillant *FIC-2252défaillant *FV-2252bloquée \ouverte Les pompes P63 A\B défaillante	-réduction du niveau du GPL liquide -cavitation des pompesP63A\B -fuite des vapeurs de GPL vers les joints des pompes	-FAH en FIC-2252 -LAL en LIC-2253 -LALL enLI-2257 -AAH en AI-2252	-I-2257(fermeUV-2252 et arrête la pompe P63A\B)	-opérateur -skid a mousse -hydro-moniteur	-Détecteur d'hydrocarbures AI-2252	2	3	-mise en place de FAH (Alarme de haut débit vers l'unité 30 -fermeture la vanne de garde

**Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62**

<p>Moins de</p> <p>Pas de</p>	<p>-BPCS de débit de reflux vers C5 de GPL liquide Défaillante : *FT-2252défaillant *FIC-2252défaillant *FV-2252bloquée \fermé</p> <p>-BPCS de débit de reflux vers l'unité -30de GPL liquide Défaillante : *FT-2251défaillant *FIC-2251défaillant *FV-2251bloquée \fermé</p> <p>-les pompes P-63 A\B en panne</p>	<p>-Augmentation de niveau de GPL liquide dans le ballon V-62</p> <p>-Augmentation de la pression</p>	<p>-FAL en FIC-2252 -FAL en FIC-2251 -PAH en PIC-2251 -LAH en LIC-2253 -LAHH en LI62257</p>	<p>-I2257(fermeUV-2254)</p>	<p>-opérateur -PV-2252A\B</p>		<p>2</p>	<p>3</p>	<p>-Teste manuelle des vannes et la maintenance régulière</p>
-------------------------------	--	---	---	-----------------------------	-----------------------------------	--	----------	----------	---

**Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62**

Déviation		Causes	Conséquences	Alarmes	Moyens de protection	Barrières de sécurité	Détection	Criticité		Recommandation
Paramètre	Mot-clé							P	G	
Pression	Plus de	-Feu a proximité du ballon V-62 -BPSC de pression défaillante *PT-2251 défaillant *PIC-2251 défaillant -PV-2251 bloqué\ouverte -PT-2252 défaillant *PIC-2252 défaillant *PV-2252 bloqué\ouverte -Refroidissement des vapeurs GPL insuffisante	-pollution d'air -cavitation du pompe P-63 -Augmentation de température -Éclatement -BLEVE	-PAH en PIC - 2251 -PAH en PIC - 2252 -TAH en TI- 2253	-soupape de sécurité PSV- 30	-skid a mousse -hydro-moniteur -extincteur a poudre ABC -PV-2252 A\B	/	3	4	-Mise en place des soupapes de sécurité -Installer un deuxième condenseur TIC

**Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62**

Moins de	-BPSC de pression défaillante *PT-2251défaillant *PIC-2251 défaillant *PV-2251 bloqué\fermé -PT-2252 défaillant *PIC-2252défaillant *PV-2252 A bloqué\ouverte *PV-2252 B bloqué\ouverte	-Implosion du ballon V62 -Produit hors spécification	-PAL en PIC-2251 -PALenPIC-2252	-Injection fieu gaz	/	/	3	2	-Installer une ligne D'azote (N2)
----------	--	---	------------------------------------	---------------------	---	---	---	---	-----------------------------------

### Chapitre IV : application de la méthodologie proposée sur ballon de reflux v\_62

Déviation		Causes	Conséquences	Alarmes	Moyens de protection	Barrières de sécurité	Détection	Criticité		Recommandation
Paramètre	Mot-clé							P	G	
Température	Plus de	-Feu a proximité du ballon V-62 -Fausse indication -TE-2253défaillant -TT-2253défaillant -IT-2253 défaillant -refroidissement de GPL entrent du ballon V-62 insuffisante	-surpression -BLEVE -Éclatement	-TAHenTI-2253 -PAHenPIC-2251 -PAHenPIC-2252		-PV-2252A\B -skid a mousse -hydro moniteur a eau -Extincteur a poudre ABC		3	4	-mise en place de système de déluge a eau
	Moins de	No signification	No signification							

## **IV .7 Résultats**

D'après l'application de l'analyse HAZOP sur l'unité étudiée RA1K nous avons obtenu un ensemble de risques qui peuvent être produits dans ce type d'unité ainsi un ensemble de recommandations a été proposé pour chaque type de risque. Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous

### **Les risques encourus sont les suivants :**

- Émission de gaz toxiques dans l'air.
- Possibilité de destruction des vannes ou des pompes.
- Risque d'incendie.
- Eclatement des équipements

## **IV .8 Recommandations**

- **Inspection des vannes automatiques de sécurité (UV)**  
-Effectuer des tests fonctionnels réguliers sur les vannes 10-UV-2252 et 10-UV-2254 pour prévenir un dysfonctionnement lors d'un déclenchement automatique.
- **Surveillance de l'interface naphta/eau huileuse**  
-Évaluer la précision et la réactivité du contrôleur 10-LIC-2255, surtout en cas de variations rapides dans la composition des phases, pour éviter un débordement ou un passage d'hydrocarbures vers les eaux usées.
- Formation régulière du personnel à la gestion des situations d'urgence
- Intégration des recommandations dans le plan de gestion des risques

*Conclusion*

*générale*

## **Conclusion générale**

L'analyse et l'évaluation des risques industriels majeurs dans les installations pétrochimiques demeurent un enjeu crucial, notamment dans des unités aussi sensibles telles que la section de stabilisation du naphta du complexe RA2K de Skikda. Cette section, de par ses fonctions essentielles dans la séparation des produits qui sont le naphta stabilisé et le GPL, présente une série de risques potentiels dont les effets peuvent être graves, voire catastrophiques, s'ils ne sont pas maîtrisés. À travers cette étude, une approche méthodologique rigoureuse a été adoptée afin d'identifier les dangers potentiels, d'analyser les défaillances possibles et d'évaluer la probabilité ainsi que la gravité des événements redoutés. Les outils d'analyse utilisés, tels que HAZOP est permis de mettre en évidence les scénarios accidentels plausibles et de comprendre les mécanismes de défaillance du système. Les résultats obtenus montrent que, le système présente un bon niveau de fiabilité sur une période de deux ans. Toutefois, cette fiabilité reste conditionnée par le respect strict des procédures, la maintenance régulière des équipements et l'efficacité des barrières de sécurité mises en place. À la lumière de ces constats, plusieurs recommandations ont été formulées, visant principalement à réduire la gravité des conséquences potentielles. Ces recommandations portent sur le renforcement des mesures de protection existantes, l'amélioration des systèmes de réponse aux incidents.

# ***BIBLIOGRAPHIE***

## BIBLIOGRAPHIE

[1] <https://www.ineris.fr/fr/risques/comment-evaluer-risque/composantes-Risque/définitions-concepts-base-risque-chronique>

[2] BOUTRIK Youcef Ammar \_ Évaluation des risques professionnels au sein de l'entreprise CATEL Cas des ateliers de production\_ UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA - BOUMERDES FACULTE DE TECHNOLOGIE

[3] HAMMOUYA AMEL contribution 000. à l'amélioration des barrières de sécurité dans un système industriel

[4] Groupe d'INRS, le 05 décembre 2016, Document électronique, [INRS] <http://www.inrs.fr/demarche/evaluation-risques-professionnels/ce-qu-il-faut-retenir.html>

[5] Gaultier-Gaillard Sophie, Louisot Jean-Paul, « Diagnostic des risques, Identifier, analyser et cartographier les vulnérabilités », édition AFNOR

[6] Nouhed ACHOURI\_APPORT DE LA LOGIQUE FLOUE Á L'ANALYSE DE CRITICITÉ DES RISQUES INDUSTRIELS Université Elhadj Lakhdar - Batna Institut d'Hygiène et Sécurité Industrielle Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI)

[7] <https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2019/10/Feddaoui-Youcef-Merabet-Imed-Eddine.pdf>

[8] Habita Abdallah Thani \_ Mayou Fares\_ évaluation des risque professionnels UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA INSTITUT DE TECHNOLOGIE DEPARTEMENT GENIE APPLIQUEE

[9] <http://dspace.univ-tiaret.dz/bitstream/123456789/11928/16/9.1%20chapitre%20III.pdf>

[10] INERIS – DRA – 2006-P46055-CL47569 :  $\Omega$  7 : Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle

[11] [www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html](http://www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html) INRS

[12] H. Pierre, et L. Jean Pierre, ergonomie et prévention des risques professionnels. op.cit, P 164

[13] Feddaoui Youcef \_M. Merabet Imed Eddine\_ Analyse des risques (Etude de cas de l'entreprise ALFAPIPE ANNABA) \_ UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA


- [14] BENMEBROUK ISHAK\_ROUMITTE FARID\_étude analytique technologique des hydrocarbures\_université m'Hamed boughara de Boumerdès
- [15] DR. Lionel Scrick00.  
« la prévention des risques professionnels », P2.
- [16] Saida BRAHIMI\_Walid HALIMI\_Maitrise des risques liés à l'activité chargement  
/déchargement du carburant en respectant les bases d'hygiène, de la sécurité et de l'environnement\_ Université M'Hamed Bougara- Boumerdes
- [17]w Bennedjai Nouh\_Douahi Oussama abd elghafour\_ Etude et analyse des risques industriels (Etude de cas) \_ UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA
- [18] MOKRANI BASSEM\_NECIB HAMZA\_ Prévention des risques professionnels Étude de cas au niveau HFx/AMM (SIDER EL-HADJAR) \_ UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA
- [19] Associations d'Assurance Contre les Accidents AAA « pas à pas vers l'évaluation et la gestion des risques », Luxembourg
- [20] Nichan Margossian, Risques Professionnels, DUNOD, 2ème édition, ISBN 2 10 049858 4, Paris, 2003, 2006.
- [21][www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html](http://www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html) INRS
- [22]w Bennedjai Nouh\_Douahi Oussama abd elghafour\_ Etude et analyse des risques industriels (Etude de cas) \_ UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR- ANNABA
- [23] DEBRAY.B, CHAUMETTE.S, DESCOURIERE.S, TROMMETER.V,  
Méthode  
D'analyse des risques générés par une installation industrielle.
- [24] Boukhrissi.M, AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité) appliquée à la STEP d'Ain El Houtz, 2014-2015.
- [25] Formation SF6 la Méthode HAZOP
- [26] Jean-Pierre.D, François.F, Didier.G, Jean-Louis.G, André.L, Yves.M, Jean-Paul.P  
méthode danalyse des risques. Décembre 2017
- [27][http://gpp.oiq.qc.ca/analyse\\_par\\_arbre\\_d\\_evenements.htm](http://gpp.oiq.qc.ca/analyse_par_arbre_d_evenements.htm) ade
- [28] Benhadji Serradj.W.A, Risque projet et méthodes de management des risques projets : quelle approche pour une contribution a une meilleure planification d'un projet de construction ? 2014

- [29] Mr. DOUMA Bouziane, Mr. KABKOUB Mohamed. « L'application de la méthode HAZOP Pour L'analyse des risques liés au Stockage des hydrocarbures ». Mémoire de master. UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA.2020
- [30] KHELOUFI.DJ and MEDJDOUB.J, “Analyse de la Surete de Fonctionnement pour la Maitrise des Risques de la Chaudiere de Tchín-Lait,” Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2013.
- [31] Boulahia hassene, etude et analyse des risques dans un mécanique industriel, chaudiere GB 1150, au sein complexe fertial – Annaba, 2018.
- [32] CEI, études de danger et d'exploitabilité (étude HAZOP) \_guide d'application. 2001.
- [33] Michel, R. (2009). HAZOP : une méthode d'analyse des risques Présentation et contexte. [Article de base documentaire]. Techniques de l'ingénieur Méthodes d'analyse des risques, base documentaire : TIB155DUO (ref. Article : se4030).
- [34] ROYER.M, “Méthodes d'analyse des risques,” Tech. L'ingénieur, 2016
- [35] CEI, études de danger et d'exploitabilité (étude HAZOP) \_guide d'application. 2001.
- [36] ROYER.M, “Méthodes d'analyse des risques,” Tech. L'ingénieur, 2016.
- [37] MILWAUKEE.D, KLEETLAAN.C, and BOMBARDIER.B, “Sécurité Fonctionnelle dans l'industrie des procédés Principes, normes et mise en oeuvre,” 2013.
- [38] REBAA Ahmed\_ HACHEMI Azzedine\_ Analyse comparative des risques industriels d'un poste de travail par les méthodes HAZOP et HIRA\_ Université Ibn Khaldoun de Tيارت
- [39] [rapport de DNV, 2010]
- [40] MILWAUKEE.D, KLEETLAAN.C, and BOMBARDIER.B, “Sécurité Fonctionnelle dans l'industrie des procédés Principes, normes et mise en oeuvre,”2013.
- [41] Mlle. ANABI Chaimaa. « ANALYSE DE RISQUE PAR LA METHODE HAZOP
- [42] Etude de cas de TCHIN-LAIT ». Mémoire de master. UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA,2020
- [43] OMARI Abdrrahim\_MILOUDI Mohamed\_ANALYSE DE RISQUE PAR LA METHODE HAZOP : Etude de cas\_UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA.
- [44] J.M. Song, Operation and Maintenance Manual for CDU-10, Skikda Refinery, 2012.

# ***ANNEXES***


**ANNEXE 01 : Nom d'appareil 11V-62, Ballon de reflux**

**ANNEXE 02 : P&ID de la section de stabilisation du naphta.**

NO. DE APPAREIL	11-V-62	SERVICE	BALLON DE REFLEX D'STABILISATEUR
CODE DES.	ASME SEC. VIII DIV.1 '07 ED. + '08 ADD.		
PRES. DE CALCUL	9.8/F.V	Kg/Cm <sup>2</sup>	
PRES. MAX. SERV.	7	Kg/Cm <sup>2</sup>	TIMBRE
TEMP. DE CALCUL (MAX/MIN)	76	°C	INSP.
TEMP. MAX SERV. (IN/OUT)	43	°C	DATE
PRES. D'ESSAI	21.6	Kg/Cm <sup>2</sup>	
TRAIT. THERM.	OUI		POIDS VIDE
RADIOGRAPHIE(C/I)	COMPLETEMENT/COMPLEMENT		FLUIDE
SURÉPAIS. DE CORR.	3.0	mm	NO. FABRICATION
VOLUME INT.	29.8	m <sup>3</sup>	ANNÉE DE CONSTR.
POUR	SONATRACH		
CONC. & FABRIQ. PAR			



SAMSUNG ENGINEERING Co., LTD.

CERTIFIED BY  
 WOOYANG HC CO., LTD.

	13.68	Kg/Cm <sup>2</sup>	at	76	°C
W	MAX. ALLOWABLE WORKING PRESSURE				
RTI	1.37	Kg/Cm <sup>2</sup>	at	76	°C
HT	MAX. ALLOWABLE EXTERNAL WORKING PRESSURE				
	1	°C	at	13.68	Kg/Cm <sup>2</sup>
MIN. DESIGN METAL TEMPERATURE					
MANUFACTURER'S SERIAL NO.		09-074-005			
YEAR BUILT		2010			

# ANNEXE 02 :P&ID de la section de stabilisation du naphta.

