**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE MEDEA**

**FACULTE DES SCIENCES**



## Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En technologie

**Spécialité :** hygiène et sécurité industriel

Réalisé par :
Mlle Mouloudi Salima

**Encadre par Mr *:***
**Rahmani Ahmed Cherif**

*Thème*

# Etude et analyse des risque d'un équipement (pompe –compresseur)

# Par la méthodes HAZOP

Année universitaire : 2019/2020

# REMERCIEMENT

"Oh mon Dieu, nous te demandons la meilleure question ... et la meilleure supplication ... et le meilleur succès ... et la meilleure connaissance." Un grand merci et une louange à Dieu Tout-Puissant, qui nous a aidés et éclairé notre chemin et nous a aidés à mener à bien cette humble œuvre.

Nos remerciements s'adressent également à Monsieur "**Rahmani ahmed Cherif**, pour nous avoir honoré de leur présence en acceptant de juger ce travail. Leurs critiques et suggestions seront certainement constructives.

Au final, nous remercions tous ceux qui nous ont préférés, même si ce n'est que dans une lettre, tout au long de notre parcours académique.

# *DEDICACES*

Je dédie ma remise de diplôme et toute ma joie à ceux qui ont récolté les épines de mon chemin pour m’ouvrir la voie de la science

" Ma Mère et Mon Père "

À tous ma famille

À mes sœurs et mes frères

Et à tous mes amis

**ملخص:**

بما ان أهمية الأمن تتمثل على القضاء المخاطر الغير مقبولة والتي بإمكانها أن تكون مسؤولة عن إصابات العمال البدنية وإلحاق أضرار كبيرة بصحة الناس وكذلك بالنسبة للإنتاج.

ولذلك فإن مهمة الامن ليست فقط مجرد تنظيم بل هي منهجيات وأساليب ووسائل تقنية يجب إتباعها لضمان التشغيل الأمثل وفي هذا الصدد قمنا بدراسة وتحليل المخاطر المحتملة باستعمال طريقة HAZOPمن اجل تحديد السيناريوهات المثلى لتعيين مستوى السلامة ومن خلال دراستنا توصلنا إلى أن طريقة HAZOP هي الانسب بالنسبة للأنظمة الترموهيدرولكية كما أن تحقيق الأمن بهذه الطريقة لنا التحكم في المخاطر التي قد تحدث.

## Résume :

Puisque l'importance de la sécurité est d'éliminer les risques inacceptables qui peuvent être responsables des blessures corporelles des travailleurs et causer de graves dommages à la santé des personnes ainsi qu'à la production.

Par conséquent, la tâche de sécurité n'est pas seulement une organisation, mais plutôt des méthodologies, des méthodes et des moyens techniques qui doivent être suivis pour assurer un fonctionnement optimal et à cet égard nous avons étudié et analysé les risques potentiels à l'aide de la méthode HAZOP afin de déterminer les scénarios optimaux pour déterminer le niveau de sécurité et à travers notre étude nous avons conclu que la méthode HAZOP est la plus appropriée pour les systèmes. La thermo -hydraulique et la sécurisation de cette manière nous permettent de maîtriser les risques qui peuvent survenir..

# Table des matières

| | |
|---|---|
| - dédicace | |
| - résumé | - |
| - remerciement | - |
| - Liste des figures | 01 |
| - Liste d abréviation | 02 |
| - Liste des tableaux | 03 |
| - Introduction | 04 |
| **Chapitre I : analyse des risques** | |
| I-1- notion de danger. | 05 |
| I-2- notion de risque. | 05 |
| I-3-notion d'accident. | 05 |
| I-4-notion de sécurité | 05 |
| I-5- notion d'hygiène. | 05 |
| I-6-classifications des risques. | 05 |
| I-6-1- gestion du risque. | 06 |
| 1-2-6-2 Analyse de risque | 06 |
| I-2-6-2 évaluation du risque. | 06 |
| 1-2-6-3 acceptation de risque | 06 |
| I-2-6-3- réduction de risque. | 07 |
| I-2 Acceptabilité et outres Acceptabilité de risque | 07 |
| I-3-1-nation acceptabilité | 07 |
| I-3 -2 risque acceptabilité | 08 |
| 1-3-3 Critères d'acceptabilité du risque | 09 |
| 1-3-3-1 Critères d'acceptabilité et Objectifs de sécurité | 09 |
| 1-3-3-2 Types de critères | 09 |
| I-4-methode d'évaluation de la crédibilité. | 10 |
| I-4-1-évaluation qualitative. | 10 |
| I-4-2- évaluation semi qualitative. | 10 |
| I-4-3- évaluation quantitative. | 11 |
| **Chapitre II : La méthode HAZOP** | |
| II-1- Historique HAZOP. | 14 |
| II-2- - Définitions et objectifs. | 14 |
| II-2-1-Définition (HAZOP) | 14 |
| II-2-2- Objectifs. | 15 |
| II-2-3 principe de la méthode | 15 |
| II-3- Secteurs d'activité. | 15 |
| II-3-1- Déroulement de la méthode HAZOP | 16 |

| | |
|---|---|
| II-3-2- Méthodologie | 17 |
| II-3-3- les illimitées avantage de la méthode HAZOP. | 17 |
| II-3-5 –critères de choix | 17 |
| II-3- 4 type de résultat. | 17 |
| II-4 les points forts de la méthode. | 18 |
| II-4 -1 principe simple | 18 |
| II-4-2- Méthode systématique. | 18 |
| II-4-3-Méthode pluridisciplinaire. | 18 |
| II-4-4-Larges domaines applicatifs.. | 18 |
| II-5- Application de l' HAZOP. | 18 |
| II-6- Exigeante. | 19 |
| - II-7- conclusion | 19 |
| **Chapitre III : généralités sur les compresseurs :** | |
| III-1- historique. | 21 |
| III-2- Définition. | 21 |
| III-3- but de compression. | 21 |
| III-4- classification du compresseur. | 23 |
| III-5- déférents type des presseurs volumétrique. | 24 |
| III-5-1- compresseur à piston. | 22 |
| III-5-2- compresseur relatif. | 22 |
| III-5-2-1- compresseur à palette. | 23 |
| III-5-2-2- compresseur à vis. | 23 |
| III-5-2-3- compresseur à lobes. | 23 |
| III-5-2-4- compresseur à spirale. | 24 |
| III-6- les turbo compresseurs. | 24 |
| III-6-1- les compresseurs axiaux. | 24 |
| III-6-2- les compresseurs centrifuges. | 26 |
| III-6-2-1- utilisation | 27 |
| III-7- les méthodes utilisés pour éviter pompage. | 27 |
| III -8- les caractéristiques techniques d'un compresseur | 27 |
| III- conclusion. | 30 |
| **Chapitre IV : Exemple d'application de la methode HAZOP** | |
| IV-1- Description de l'étude HAZOP | 32 |
| IV-2- Objectifs et caractéristiques de l'étude HAZOP | 32 |

| | |
|---|---|
| IV-3- applications des études HAZOP … (médicaux) | 34 |
| IV-3-1- la relation avec d'autre outils d'analyse. | 35 |
| IV-3-2- limites de l'étude HAZOP. | 36 |
| IV-4- principe de l'étude HAZOP | 36 |
| - référence | 41 |

# Liste des figure

Figure n°01 : Processus de gestion du risque

Figure n°02 : déroulement de L’ HAZOP

Figure n°03 : Sheema de principe d’un compresseur.

Figure n°04 : classification les compresseur

Figure n°05: :Compresseur à piston

Figure n°06 : Compresseur à lobes

# Liste des tableaux

Table n°01 : Exemple d’analyse et si liste de consule –transporte minerai par  rail.

Table n°02 : Exemple de matrice de décision-transport par  rail.

Table n°03 : Principaux mots-guides avec leur signification générale.

Table n°04 : Mots guides relatifs au temps ou une s2quence

## Liste d abréviation :

ISO : International standard organisation
HAZOP : **HAZARD** And Opérabilty Study .
OHSAS : Occupational Health Safty and Assessement .
OH : occupationnel Health.
CEI : COMISSION électrotechnique international
IEC : international électronique commission .
ICI : Imperial chemical industriel .
AMDEC : Analyse des modes de défaillance .de leurs effets et leur outicite .

# Introduction générale

# Introduction générale:

Dans le monde de travail, les installations industrielles présenter des risques pour les personnes, les biens et l'environnement l'analyse du risque utiliser les informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimée de risques, cette analyse vises tout d'abord à identifier les sources de danger les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l' environnement ou les biens. donc la maîtrise du risque désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises Introduction générale on veut de diminuer la probabilité ou la gravite des dommages associés à un risque particulier

la maîtrise risque à la source constitue un point essentiel pour prévenir des risques professionnels, allô toutes les activités Met en relative des personnes, un organisation des procédés et des produits, à la fois lors la conception de l'exploitation ou d'un changement de procédés, l'industriel employeur est amené à évaluer et analyser les risques les différentes méthodes utilisées permettant identifier aussi bien les risques à l'origine des dommages potentiel pour les salariés que ceuse concernant les installations Au de environnement .

L’entreprise mené souvent cette action de façon parallèles, alors objectif pour l'industriel employeur et d'adopter des mesures de prévention cohérentes, tant pour présenter la santé et sécurité des salariés au travail que pour prévenir les impacts sur l'environnement et les l’évaluation des risques désigne une procédure on dit sur l'analyse du risque tolérable, cette évaluation doits constituent de la part de l'industriel un engagement et une démonstration de la maîtrise des risques des accidents industriels.

cette évaluation pour préciser organisation des secours adaptée à ce scénario, cette évaluation tiendra notamment garantie des moyens de secours publier sur lesquels l'entreprise peut s' appuyer mais aussi de l'organisation des moyens de secours privé dont elle dispose dont elle s'est assuré le concours une mesure de prévention efficace de Devra être pensée non seulement au regard les risques industriels présenté par l'activité de l'entreprise, de ces installations de son environnement mais également en fonction la présence sur des salariés sur les sites les mesures de prévention identifié dans le document unique devront être en cohérence avec les barrières de protection figurant dans l'étude de dangers afin d'évaluer les mesures nécessaires de sécurité, sachant que l'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour le système thermes hydraulique cette dernière permet d'améliorer le niveau de sécurité des unités neuves Pour répondre a cette problématique notre mémoire sera axe autour de quatre chapitre Dans le premier chapitre intitule " analyse des risque " nous donnons quelque nations et concept fondamentaux lies a la démarche d’analyse des risque industriel Dans la deuxième chapitre intitule : " la méthode HAZOP nous présentons la méthode HAZOP d’une manière détaille puissant par son historique .définition .les secteurs d’activités et les avantages de la méthode Dans la troisième chapitre intitule " généralités sur les Compresseur nous présentons la définition d’un compresseur le but la " classification des compresseur et enfin les caractéristique bachanique d’un compresseur Dans le quatrième chapitre intitule.

# Chapitre I : analyse des risques

# Chapitre I : analyse des risques

I-1- notion de danger.

I-2- notion de risque.

I-3-notion d'accident.

I-4-notion de sécurité

I-5- notion d'hygiène.

I-6-classifications des risques.

I-6-1- gestion du risque.

1-2-6-2 Analyse de risque

I-2-6-2 évaluation du risque.

1-2-6-3 acceptation de risque

I-6-3- réduction de risque.

I-2 Acceptabilité et outres Acceptabilité de risque

I-3-1-nation acceptabilité

I-3 -2 risque  acceptabilité

1-3-3-criteres d'acceptabilité du risque

1-3-3-1 critère d'acceptabilité et objectifs de sécurité

1-3-3-1 types de critère .

I-4-methode d'évaluation de la crédibilité.

I-4-1-évaluation qualitative.

I-4-2- évaluation semi qualitative.

I-4-3- évaluation quantitative.

## I-2-1- notion de danger:

C'est la capacité ou la propriété interise que d'un équipement (presse .tronçonneuse .électricité .d une substance chorée) d'une méthode de travail (travaux en hauteur )activités sous fortes cadence)d'une situation particulière (solglissant .carrefour .malisig,ate)susceptible de courser un dommage pour la sante de travailleur.(1)

## I-2-2- Notion de risque:

le risque est une " combinaison de deux élément la probabilité l'occurrence d'un évènement ou d'une combinaison d'évènements conduisant a une situation dangereuse .ou la fréquence de tels évènements

* les conséquences de cette situation dangereuse (afnor)

2-combinaison de la probabilité d'un évènement et de sa conséquence (isoio2).

3- le risque est considère comme la possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à l'effet d'un phénomène dangereux .c'est une espérance mathématique de portes en vis humains ..blesses .dommages .aux biens et atteinte a l'activité économique au cours d'une période de référence et dans région donnée(2).

## I-2-3- Notion d'accident :

Evènement soudain et inattendu qui entraine des dégâts et des dommages.(1)

### I-2-4- Notion de sécurité :

C'est la science et de détection et de maitrise du dysfonctionnement. dans les système de production.(1)

### I-2-5- Notion d'hygiène:

L'hygiène du travail est la dis Pline qui s'occupe de l'environnement professionnel de manier a ce qu'il soit optimum pour la santé et la bien être de travailleur. (1)

### I-2-6- Classification des risques :

Dans la littérature .on trouve plusieurs classification des risque s l'analyse des risque présent de les classer en quatre grandes familles :

Les risques naturels : inondation .feu de forêts .avalanche .tempête -.seione .etc.

Les risques technologiques : d'origine anthropique .ils regroupent les risques industriels .nucléaire .biologiques .ruptures et barrage .etc les risque de transports collectifs (personnes .matières dangereuse) sont aussi considères comme des risque technologique :

-les risques lies aux conflits.

Une des classifications les plus répondre et de classer les risque en deux catégories :les risque naturelle et les risque lies a la activités humains .selon cette classification .les risques peuvent être naturels dans le sensé ou ils ont trait a un évènement sans couse humains direct avérée .les couses directs supposes ou indirectes ne doivent pas modifier cette destination .

Les risque lies a l'activité humaine recoupent un ensemble dz catégories es risque divers :

-les risques technique : technologiques .industriels .et nucléaires..

- les risques liés aux transports.

- ✓ Les risques sanitaires.
- ✓ Les risques économiques, financiers, managériaux.
- ✓ Les risques médiatique
- ✓ Les risques professionnels . (3)

## I-2-6-1- gestion du risque:

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité, les objectifs visés peuvent concerner par exemple :

- ✓ le gain de rentabilité et de productivité.
- ✓ la gestion des couts et des délais.
- ✓ La qualité d'un produit.

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

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

- ✓ Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque )
- ✓ Appréciation de risque
- ✓ Maitrise ou réduction du risque [(3)]

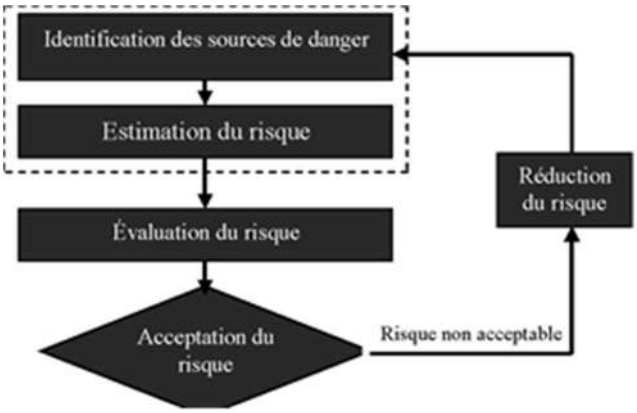



**Figure 01.— Processus de gestion du risque(iso 99)**

### 1-6-2-1 Analyse du risque :

L'analyse des risque accouple une place contrôle dans le processus de gestion des risque .cette étape sert a définir le système ou l'installation a étudier en recueillant toutes les information et donnes nécessaire .dans ce volet .une cription a trois niveaux .structurel .fonctionnel et temporel et indispensable enfin de mener une analyse efficace et atteindre les objectifs voulus en matière de maitrise des risque .dans un première temps les principales source des danger et les scenarios d'accident doivent être récences et identifier .la complexité de certains système étudies requiert l'utilisation des outils d'analyse aident a l'identification des dangers (ineris 2003).citons par example HAZID (hazard identification )HAZOP (hazard and opérativity study )APD(analyse préliminaire de danger)et d'autres .ces outils d'analyse permettent aussi d'identifier les différents barries de sécurité existant dans le système étudie .une fois le danger est identifier le risque associe doit être effectuée .l'estimation peut être qualitative .semi quantifiée et ou quanta ive en termss de probabilité de son occurrence et de la gravite de ses conséquence sur les personnes .les biens et l'environnement .(5)

### I-2-6-2- Evaluation du risque :

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse de risque pour décider si e risque tolérable est atteint d'une quantification détaillée et précise (par opposition à l'estimation des risques qui resté très simplifiée) des grandeurs qui caractérisent le risque.

Comme précisé précédemment, ce processus etre plus ou moins complexe selon les critères retenus pour définir l'acceptation du risque.(5)

### I-2-6-4- Acceptation du risque :

Acceptabilité d un risque et faite a partir de ses deux permettre. Le niveau du risque quantifier sera passionne dans une matrice d'évaluation et en fonction de critères d'acceptabilité retenus et le risque estime qu on juge de l'acceptabilité ou le non acceptabilité du risque (iso 1999)si le risque est juge acceptabilité le processus de gestion sera terminé et le risque juge sera surveille .dans le cas contraire .le processus continue en passant a l'étape de réduction .(5)

### I-2-6-5-reduction du risque :

Cette étapes consiste a mettre en cœur les différant mesures et barrières de présentation et de protection afin de réduire l'intensité du phénomène (rééducation potentiel de danger. Atténuation de conséquence ) et a diminuer la probabilité d'occurrence par la mise en place des barrière visant a premier les accédant 0.autr les les améliorations technique et de fiabilité d'équipement .la prévention passe aussi par une meilleur prise en compte des facteurs de risque lies a l'organisation et aux personnes .le choix des actions préventives a engager est effectuer en comparant les couts e leur mise en coure avec les couts des conséquence de risque .en tenant comptes leur probabilité d'apparition .un suive régulier de l'évaluation des risque s'est recommandes dans les démarche de gestion des risque afin de contrôle et

d'assurer la pertinence des actions préventeur engager et de corriger les dispositions prévus (intrsi2003).[5]

## 1-3 Acceptabilité et vitres d'acceptabilité de risque

### I-3-1- Notion d'acceptabilité :

La notion d'acceptabilité définie à travers un ensemble de critères d'acceptabilités aussi « Niveaux du risque ou niveaux d'intégrabilité » et rendre opérationnelle au niveau de la grille de criticité, permet d'améliorer de réviser ou de proposer des mesures de réduction du risque et ce fait, de reconsidérer les pratiques d'analyser et d'évaluation des risques.

On notons que l'acceptabilité concerne le risque et non la gravité du dommage ou sa probabilité d'occurrence ce considérées séparément, ces définitions soulignent également le fait que l'acceptabilité dépend des valeurs courants de notre société souvent fondées sur les données associées aux phénomènes naturel, ainsi l'Arion si la probabilité de ce décès par cette cause est identique à la probabilité de décès induit par un séisme ou une crise cardiaque.[4]

### I-3-2- Risque Acceptable :

La notion de risque acceptable est essentielle pour caractériser le confiance attribuer un système.

En effet si nous admettons souvent comme potentiels des dommages sévères, seule leurs faible probabilité d'occurrence nous les faits accepter par exemple nous continuons à prendre l'avion malgré les accidents possibles du fait que la probabilité d'un écrasement conduisant aux décès des passagers est extrêmement faible, nous établissement généralement cet arbitrage en fonction des risques que nous en corront par ailleurs comme ceux induits par des phénomènes naturels : tremblements de terre, avalanches, incendation.

Selon OHSAS18001(OHS99), le risque acceptable est un risque qui à été réduit à un niveau tolérable pour un organisme en regardes ses obligations légales et de sa propre politique de santé et de sécurité au travail.

Selon le guide ISO/IEC51 (ISO99 le risque acceptable et un risque accepté dans un certain contexte et fondé sur les valeurs admises par la société)

. Le terme « risque acceptable » peut prendre des significations différentes. Ainsi dans les deux pays précurseurs en la matière, l'Angleterre avec le Health and Safety Executive (HSE) [HSE 95, 99] et les Pays-Bas avec le Netherlands Ministry of Spatial Planning, Housing and the Environment (VROM) [VRO 91], cette tendance est claire. Pour le premier, le risque acceptable est celui qui est « négligeable ». Le risque « tolérable » n'est pas négligeable, mais les gens sont prêts à faire avec s'il leur procure des bénéfices et s'ils ont confiance en son contrôle. Dans ce cas, les limites maximales de risques admises par les normes de sécurité sont basées sur le risque tolérable en insistant sur le fait que des mesures « raisonnables » et/ou « praticables » doivent être mises en place pour réduire le risque jusqu'à obtention d'un risque « négligeable » ; au-delà de ce seuil, il n'y a aucune obligation de prendre des mesures

pour réduire encore le risque. Pour le second, le ministère de l'environnement a établi une série de limites de risque « acceptable » et « négligeable » selon les circonstances. Ainsi, les risques au-dessus de la limite acceptable sont interdits et il convient de les réduire jusqu'à la limite durisque négligeable. Dans ce cas, le niveau du risque considéré comme « négligeable » est fixé à 100 fois inférieur à la limite acceptable. Selon la Direction Générale française de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF), cette approche prend sa justification par la présence d'incertitudes associées à l'évaluation des risques et aux conséquences possibles de l'exposition cumulative à différents risques.(4)

**I-3-3 Critères d'acceptabilité du risque:**

La définition de critères d'acceptabilité du risque est une étape-clé dans le processus de gestion du risque dans la mesure où elle va motiver la nécessité de considérer de nouvelles mesures de réduction du risque et rétroactivement, influencer la façon de mener l'analyse et l'évaluation des risques. A ce propos, la définition du risque acceptable donnée dans le guide ISO/CEI 51 [ISO 99], laisse transparaître la difficulté de retenir des critères objectifs et forfaitaires pour l'acceptation du risque.(4)

**I.3.3.1 Critères d'acceptabilité et Objectifs de sécurité :**

La définition des critères d'acceptabilité du risque est une étape cruciale et bien souvent délicate. Il est entendu que ces critères sont fonction du contexte de l'établissement concerné et des objectifs poursuivis dans la gestion des risques. Ainsi, avant d'entreprendre un programme d'élaboration et éventuellement de démonstration de sécurité, il importe de fixer les objectifs de ce programme le plus clairement possible. Cette démarche exige que le problème ait été convenablement défini et délimité'(4)

**I.3.3.2 Types de critères :**

Selon [CCP 01], il existe quatre catégories principales de critères d'acceptabilité des risques, en l'occurrence : · Les critères définis par les matrices fréquence/conséquence ;

· Les critères qui spécifient le risque maximum tolérable (Ex., mortalité ou perte en dollars) parscénario ; Les critères qui spécifient le nombre maximum de barrières de sécurité pour un scénario quelconque ; · Les critères qui spécifient le risque cumulatif maximum pour un processus ou pour une zone géographique. Dans l'analyse quantitative des risques, les critères d'acceptabilité peuvent prendre la forme devaleurs absolues ou de trois zones [AVE 98] : ¡ Les valeurs absolues

- La probabilité p de certains événements ne doit pas excéder un certain nombre p0 (Ex., la probabilité de mort d'un travailleur dans un accident doit être inférieure à 10-3/an) ;

- Le nombre de morts par 100 millions heures d'exposition au risque ne doit pas atteindre un certain nombre m0. ¡ Les trois zones (régions) Le niveau de risque est représenté selon trois domaines :

- Domaine où le risque est si bas qu'il est considéré négligeable ;

- Domaine où le risque est si élevé qu'il est considéré intolérable ;

- Une zone intermédiaire où le risque est tolérable et doit être réduit à un niveau aussi bas que

raisonnablement praticable « ALARP ». Quels que soient les critères d'acceptation retenus, il est indispensable qu'ils soient connus et explicites préalablement à toute phase d'analyse des risques.(4)

**I-4- Méthodes d'évaluation de la criticité :**

Deux formes d'évaluation de la criticité peuvent être rencontrées évaluation subjective/objective et évaluation qualitative/quantitative.

L'évaluation subjective est effectuée par jugements d'experts en s'appuyant sur leurs expériences et leurs connaissances quant à l'évaluation objective, elle est strictement tirée des études techniques (essentiellement par des statistiques) d'évènements qui se sont déjà produit (enquêtes, l'évaluation de la criticité peut être effectuée trois manières :

- qualitativement.

- semi- qualitativement ou

- quantitativement.(4)

## I-4-1-Evaluation qualitative :

L'évaluation qualitative de la criticité consiste à utiliser un système de classements qualitatifs qui vise à caractériser les risque sur la base des questionnaires d'avis d'experts d'échelles descriptives ou numériques pour décrire l'intensité des conséquences potentielles et la vaisents que ces conséquences se produisent.

Les méthodes qualitatives sont basées sur un jugement de conformité, elles sont en effet utilisées dans la vérification de la concordance du niveau de sécurité avec la spécification des règlements et des normes, ces règles font références à des dispositifs indépendants qui représentent les exigences minimales devant être satisfaites pour atteindre un certain niveau de sécurité acceptable.(4)

## I-4-2- Evaluation semi-quantitative :

L'évaluation semi-quantitative de la criticité s'applique à la catégorisation des paramètres des risques (la fréquence et la gravité) et le «score » final du risque est obtenu moyennant déférentes méthodes.

L'approche de l'évaluation de la criticité semi-quantitative dans le sens ou les probabilités de défaillance et les conséquences qui en découleraient sont classées dans des catégories dont les critères sont exposés à l'exploitant.(4)

## I-4-3- Evaluation quantitative :

L'évaluation quantitative de la criticité repose sur un modèle mathématique qui conduit à une valeurs numérique de criticité basé sur des valeurs numériques des probabilités de la vulnérabilité et des conséquences pouvant correspondre au cout monétaire, au taux de mortalité ou l'invalidité u taux de dégagement d'un produit dangereux, c'est une tâche complexe une série d'analyses et de calcul qui usent de divers modèles de simulation, particulièrement dans l'analyse des effets physique.(4)

# Chapitre II : La méthode HAZOP

## Chapitre II : La méthode HAZOP

II-1- Historique HAZOP.

II-2 - Définitions et objectifs.

II-2-1-Définition (HAZOP)

II-2-2- Objectifs.

II-2-3 principe de la méthode

II-3- Secteurs d'activité.

II-3-1- Déroulement de la méthode HAZOP

II-3-2- Méthodologie

II-3-3- les illimites et avantage de la méthode L HAZOP.

II-3- 4 type de résultat .

II-3-5 critères de choix

II-4 les points forts de la méthode.

II-4 -1 principe simple

II-4-2- Méthode systématique.

II-4-3-Méthode pluridisciplinaire.

II-4-4-Larges domaines applicatifs..

II-5- Application de l' HAZOP.

II-6- Exigeante.

II-7- Conclusion

## II-1- Historique HAZOP :

La méthode HAZOP, pour Hazard Opérabilité, a été développée par la société Impérial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Elle a depuis été adaptée dans différents secteurs d'activité. L'Union des Industries Chimiques (UIC) a publié en 1980 une version française de cette méthode dans son cahier de sécurité n°2 intitulé « Etude de sécurité sur schéma de circulation des fluides ». Considérant de manière systématique les dérives des paramètres d'une installation en vue d'en identifier les causes et les conséquences, cette méthode est particulièrement utile pour l'examen de systèmes thermo hydrauliques, pour lesquels des paramètres comme le débit, la température, la pression, le niveau, la concentration... sont particulièrement importants pour la sécurité de l'installation. De par sa nature, cette méthode requiert notamment l'examen de schémas et plans de circulation des fluides ou schémas PID (Piping and Instrumentation Diagramme . (1)

## II -3- Définition et objectifs :

## II -3-1- Définition :

Méthode HAZOP est un application d'un examen critique formule et systématique aux du procédé et de l'energerie une intention installation neufs ou existant afin d'évaluer, le potentiels de danger lié à la mauvaise utilisation, ou mauvais fonctionnellement d'équipement et leurs effets sur l'installation dans son ensembles.(6)

## II-3- 2- objectifs :

Les objectifs d'application de la méthode HAZOP

- recherche systématique des causes possibles de dérive de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation.

- mise en évidence des principaux problèmes de stockage et d'entretien.

- étude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives propositions des mesures correctives appropriée,.

Donc l'objectif principal de l'application de cette méthode, est la détermination de la déférente déviation liée au fonctionnement d'un équipement principal dans le système de stockage du condensat. (7)

## II-3- 2-principe de la méthode :

La méthode de HAZOP est dédorée a l'analyse des risques des systèmes thermes-hydraulique pour lequel, il est primordial de maitriser des paramètres comme la pression, la température le débit, le niveau.

L'HAZOP est ne considéré plus de modes de défaillances Les dérives potentiels (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation pour chaque partie

constitue du système examiné (ligne de naile), la génération (conceptuelle) des dérives et effectuée de manière systématique par la conjonction.

- de mots clé par exemple «pas de », « plus de », «  moins de »  « trop de ».

- des paramètres associés au système étudié des paramètre couramment rencontrés sont la température, la pression, le débit, la concentration, mais également le température ou des opérations à effectuer.

La combinaison des paramètres observés avec les mots les mots clé précédemment définis se fait de  la manière suivant :

Mot clé + paramètre= dérive

Le groupe de travail doit ainsi s'attacher à déterminer les causes et les conséquences potentielles de chacune de ces dérives et à identifier les moyens existant permettant de détecter cette dérive, d'en prévenir l'occurrence ou d'en limiter les effets, le cas échéant, le groupe de travail pour proposer des mesures correctives à engager en vue de tendre vers plus de sécurité.(2)

**II-3- 3 Critères de choix :**

 l'application sur les systèmes thermo hydrauliques ;

 recherche systématique des causes possibles de dérive de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation;

 étude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives ;

 mise en évidence des principaux problèmes d'exploitation et d'entretien ;

 proposition des mesures correctives appropriées.

## II-4- Secteurs d'activité :

La méthode HAZOP est la méthode la plus répondue dans le monde pour les préventions des pertes elle aborde et étudie aussi bien les risques pour la sécurité et la santé des personnes que les risques pour l'environnement ou les risques financiers.

Elle s'applique ou peut s'appliquer à de nombreux systèmes industriels dits « thermo, hydrauliques » ou des produits (liquides, gaz, solides) sont mis en mouvement dans des installation ces systèmes sont particulièrement adaptés car leur fonctionnement peut être facilement caractérisé par des grandeurs physiques mesurables (température, pression, débit ) ainsi que par des enchainements d'opérations (automatiques ou manuelles) les analyses des risques de type HAZOP sont requises par l'administration lorsque des procédés présentent des risques majeurs.(6)

## II-3-1- Déroulement de la méthode :

La méthode HAZOP suit les présentés sur le schéma de la figure.[8]

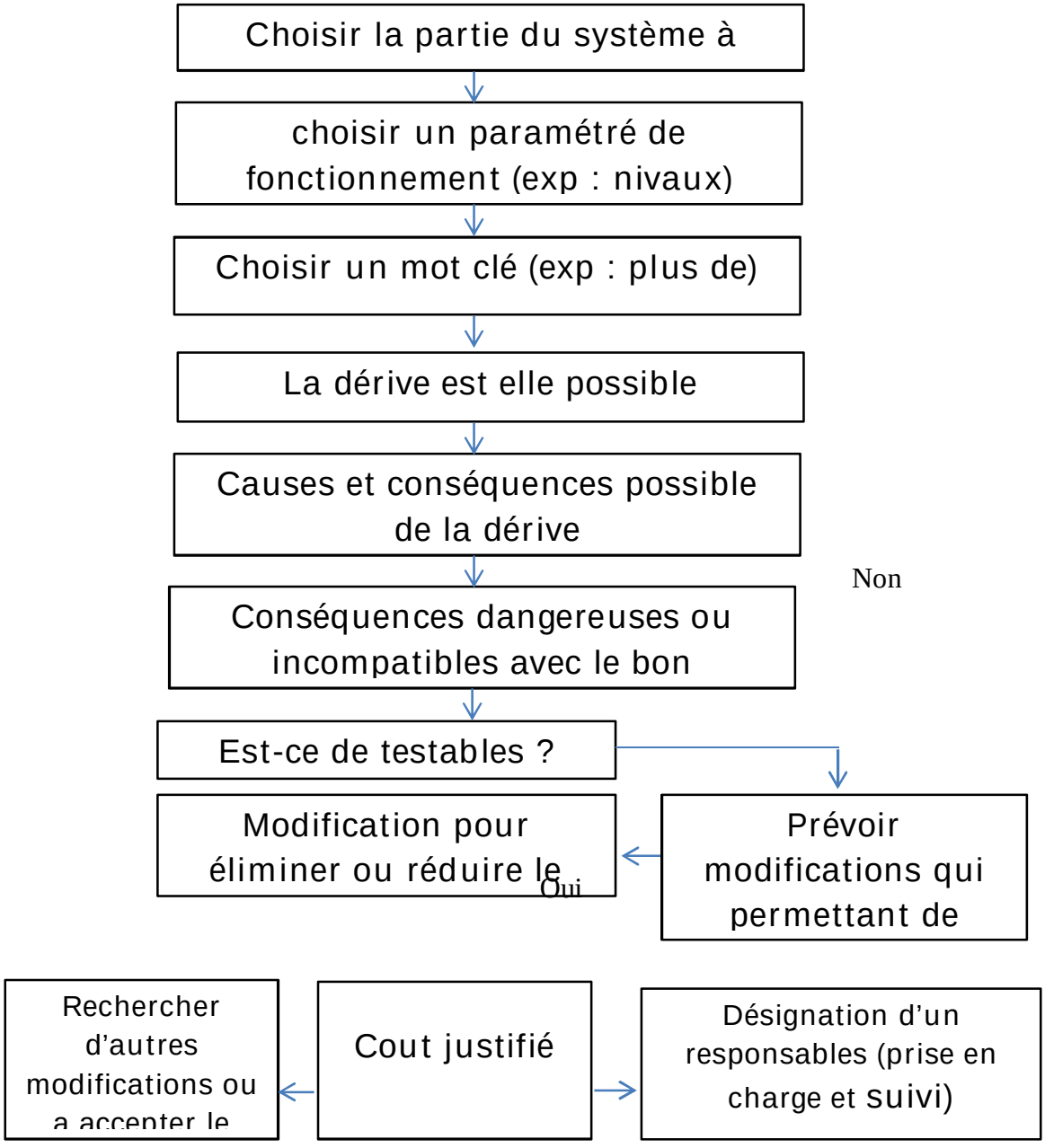



Figure 02 : déroulement de l'HAZOP

### II-4-3- Mythologie :

Comme toutes m méthodes, l'HAZOP il faut suivre par ordre suivant :

1. Sélectionner le premier nœud.

2. Etablir l'intention de conception et les conditions opérations

3. Appliquer le premier mot-clé au premier paramètre.

4. Identifier toutes les causes et les enregistrer seules les causes dont l'origine est à l'intérieur du nœud sont prise en compte.

5. Identifie les conséquences sans barrière de protection, les conséquences peuvent ère a l'intérieur du nœud ou à l'extérieur de nœud dans le pratique, on se limiter aux nœuds voisins.

6. Evaluer les conséquences et les fréquences, d'abord sans barrière de protection.

7. Lister toutes les barrières existantes.

8. Evaluer à nouveau les conséquences et les fréquences, cette fois avec toutes les barrières de protection en place.

9. Si les barrières existantes sont jugées insuffisants, les membres de l'équipe doivent se mettre d'accord sur les recommandations à prendre pour réduire le risque au niveau acceptable.

10. Continuer avec le mot-clé suivant, après l'application de tous les mots guides sur le premier paramètres, continuer avec le paramètre suivant, une fois tous les mots guides utilisés, continuer sur le prochain nœud jusqu'à couvrir tout le système étudié. [8]

### II-4-4- Limites et avantages la méthode HAZOP :

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 permet difficilement d'analyser les évènements 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 II-3-4- Type de résultats :

## II-5-Points forts de la méthode :

### II-5-1- principe simple :

La méthode repose sur un principe simple, la déviation a priori de paramètres de fonctionnement d'une installation à l'aide d'une dizaine de mots clés.

Les membres du groupe de travail ne nécessitent pas de recevoir de formation spécial à la méthode, en revanche le leader HAZOP doit avoir reçu une formation adaptée, si possible être garant de la méthode, et doit systématiquement en rappeler le principe de débit de chance des sessions.(6)

### II-5-2- Méthode systématique :

L'utilisation des mots-clés appliqués aux paramètres permet une analyse systématique des déviations de procédé, en effet en faisant varier ces deux no trous (paramètres et mots-clés) on établit une liste la plus dangers potentiels ainsi, l'analyse des risques du procédé est-elle des plus complete possible, des dérives disfonctionnement d'un équipent, donc le danger potentiels, ainsi l'analyse des risques du procédé est-elle des plus exhaustives, puisque non influencée par un type de danger plutôt qu'un autre.

Néanmoins, contrairement à la méthode AMDEC, la méthode HAZOP ne requiert pas de faire l'étude systématique que des mots de défaillance de chaque composant d'un équipement.(6)

### II-5-3- Méthode plur idixplinaire :

L'analyse de risque réalisée par un groupe de travail pluridixplinaire peuvent dé pratiquer le technique du brainstorming source de créativité et de prendre en compte les points de vue de chacun des membres.

De plus, les sessions permettent des échanges profitables pour les acteurs haivaillant sur l'installation, en particulier pour les opérateurs de fabrication et la maintenance. (6)

## II-8- Application de l'HAZOP :

### - A l'origine :

Technique pour système impliquant le traitement d'un milieu fluide ou autre, écoulement de substance dans un procédé industriel, au cour des dernières années la téchnique s'est progressivement élargie à d'autres domaines d'application exemple de domaine d'application.

- Application aux logiciels incluant les systèmes électroniques programmables.

- systèmes impliquant le mouvement des personnes par mode de transport tel que routiers et ferroviaires.

- Evaluation de procédures administratives pour différents types d'industries.

- Evaluation des systèmes spécifiques ex : dispositifs médical. (10)

## II-9- Exigeante :

Le découpage du système en secteurs (nœuds ou opérations) ne permet pas toujours une vision globale des risques en particulier si le périmètre de l'étude est très étendu les risques aux interfaces peuvent ne pas être pris en compte, le

choix des membres du groupe de travail HAZOP prend ICI toute son importance.

Par ailleurs, la méthodes fait plus souvent apparaitre les défaillances d'équipements que les défaillances humaines comme causes de déviations, alors que le facteur humain est faillible, il faut donc que le groupe de travail s'efforce de modifier cette tendance. (6)

## Conclusion :

La méthode HAZOP est un outil formalisé, systématique et semi-empirique, développé il y a de longues décennies maintenant pour analyser les risques potentiels associes à l'exploitation d'une installation industrielle.

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 » mise en pratique à l'origine en industrie pétrolière et chimique, elle ainsi été adoptée depuis dans des industries ou les dangers sont d'autre manière le nucléaire, l'alimentaire et les transports.

# Chapitre III : généralités sur les compresseurs

# Chapitre III : généralités sur les compresseurs :

III-1- historique.
III-2- Définition.
III-3- but de compression.
III-4- classification du compresseur.
III-5- déférents type des presseurs volumétrique.
III-5-1- compresseur à piston.
III-5-2- compresseur relatif.
III-5-2-1- compresseur à palette.
III-5-2-2- compresseur à vis.
III-5-2-3- compresseur à lobes.
III-5-2-4- compresseur à spirale.
III-6- les turbo compresseurs.
III-6-1- les compresseurs axiaux.
III-6-2- les compresseurs centrifuges.
III-6-2-1- utilisation
III-7- les méthodes utilisés pour éviter pompage.
III- conclusion.

\

## III -1Historique :

Les premiers compresseurs, qui découlaient de la construction des machines à vapeur, étaient en disposition horizontale avec une ou deux lignes de cylindres disposées de part et d'autre d'un volant ou d'un moteur. Vers le milieu du 19e siècle, la connaissance des grands principes de la thermodynamique permit de voir l'intérêt d'une compression multi-étage, avec refroidissement intermédiaire, À la fin du 19 siècle, les constructeurs souhaitaient augmenter les vitesses de rotation afin de diminuer l'encombrement et d'augmenter les performances de ces machines. On vit alors la nécessité d'utiliser des clapets automatiques. Hanns Hörbiger, en 1895, à Vienne, rendit possible le souhait des constructeurs en leur proposant les premiers clapets automatiques. L'augmentation de la vitesse de rotation du vilebrequin obligea à repenser la composition de la structure, pour des raisons d'équilibrages des efforts. .(6)

## III -2 Définition :

Les compresseurs sont des appareils utilise pour comprimer le gaz pour realiser un accroissement de pression d'un fluide a l'Etat gazeux .

Les compresseurs sont des appareils qui transforment l`énergie mécanique fournie par une machine motrice en énergie de pression; (en réalisant un accroissement de pression d`un fluide à l'état gazeux).

Autrement dit, un compresseur mécanique est un organe mécanique destiné à augmenter par un procédé uniquement mécanique la pression d'un fluide.

Lorsque le fluide est un air , le compresseur est dit "compresseur à air ".(7)

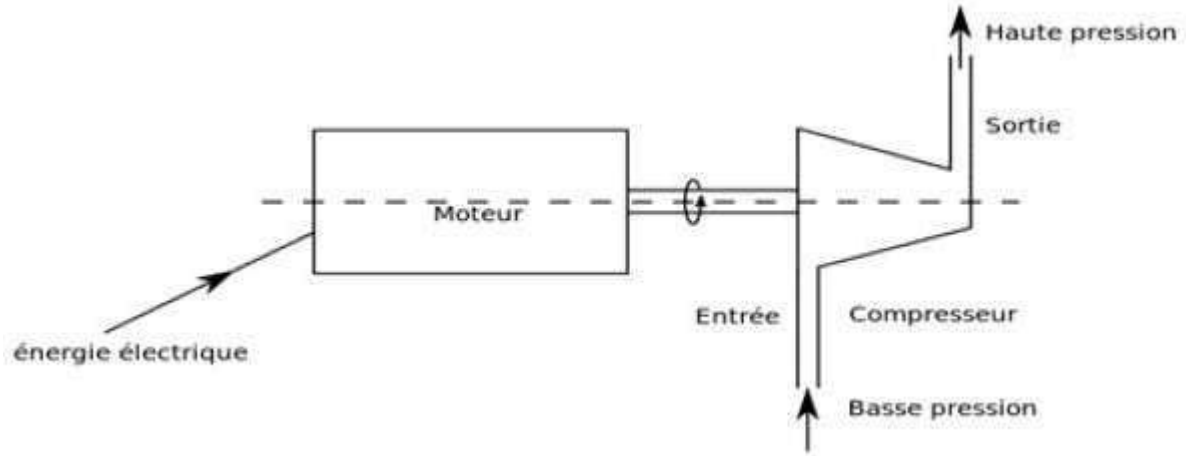



**Figure03[ ]: schéma de principe d'un compresseur**

Les compresseurs servent à augmenter la pression d'un air (gaz) est permettent aussi de la transporter dans une canalisation, l'air été compressible, lescompresseur à air

réduisent aussi le volume d'air comprimé et peuvent être utilisés uniquement pour cet usage.(7)

## III -3-But de la compression :

Le compresseur en générale, peut être imposée par la nécessité technique de déplacer une certaine quantité de gaz d'un système à une certaine pression, vers un autre système a une autre pression plus élevée.

Cette opération a pour but de :

- ✓ Faire circuler un gaz dans un circuit fermé.
- ✓ Produire de conditions favorables (de pression) pour les réactions chimiques.
- ✓ De faire envoyer un gaz dans un pipe-line de la zone de production vers l'utilisateur.
- ✓ Obtenir de l'air comprimé pour la combustion (7)

## III -4-Classification de compresseur :

Les compresseurs peuvent être classés selon plusieurs caractéristiques

- *Mouvement des pièces mobiles (mouvement linéaire, rotatif).*
- le principe de fonctionnement (volumétrique, dynamique).
- Les compresseurs d'air.
- les compresseurs des gaz.(8)

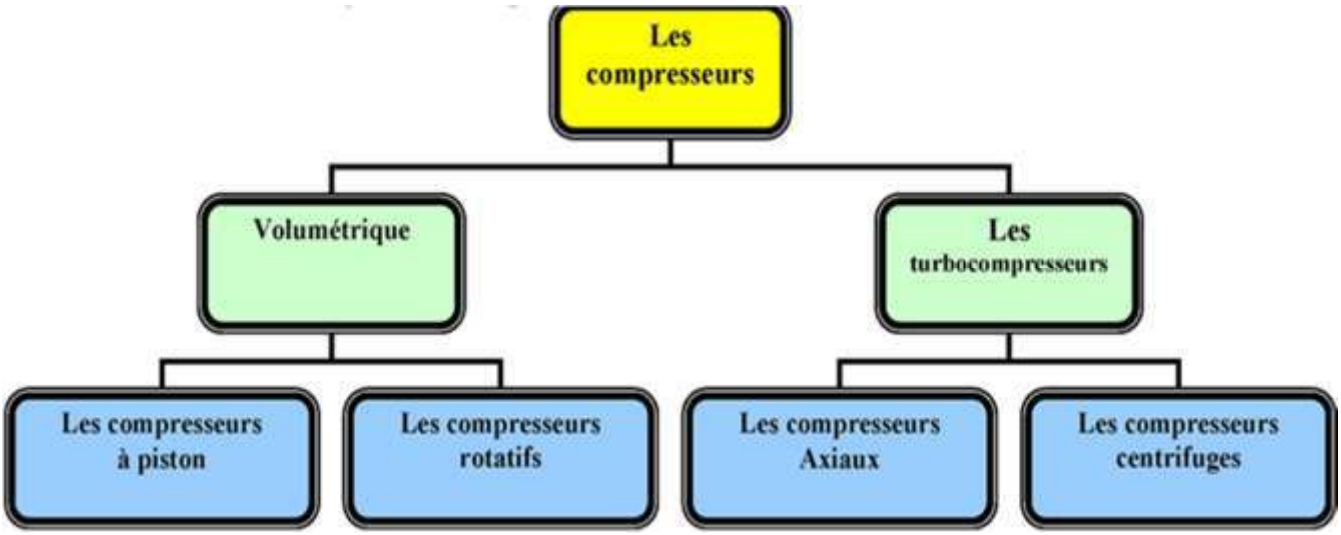


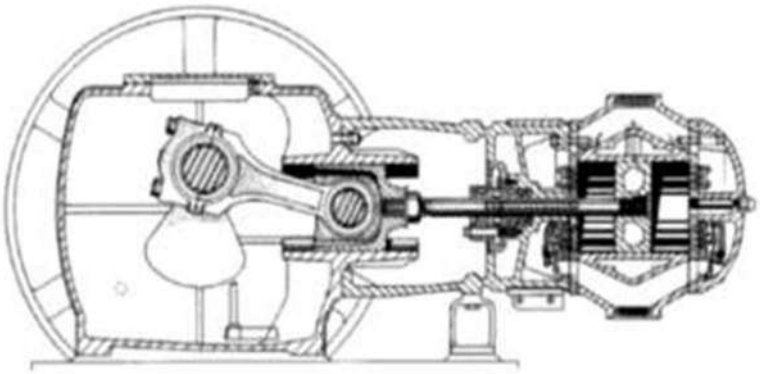

**Figure04 : classification les compresseur**

**III -5-1Différant types de compresseur volumétrique**

**III -5-1-1compresseur a piston :**

Le compresseur à piston accumule la pression souhaitée par un mouvement alternatif ou réciproque d'un piston dans un cylindre. C'est le genre de modèle que l'on retrouve dans différentes industries, notamment les secteurs industriels, de l'alimentation et des produits d'emballage. .(2)

Le compresseur alternatif à piston comporte un vilebrequin actionné par une machine motrice extérieure, ce vilebrequin via la bielle engendre un mouvement alternatif au piston[4]. La variation de volume et la compression du gaz sont obtenues par le mouvement alternatif d'un piston à l'intérieur d'un cylindre, ce mouvement étant crée par un système bille-manivelle -(8)



**figuer 05:Compresseur à piston**

**III -5-1-Compresseur relatif**

Ces compresseurs tels que les compresseurs à piston compriment les gaz par réduction du volume. Parmi les compresseurs relatifs on distingue :

- Compresseur à palette.
- Compresseur à vis.
- Compresseur type lobes .
- Compresseur spirale.(8)

**5-2- 2- 1-Les Compresseurs a palette :**

Le compresseur à palettes est un compresseur dit à rotation .Il est constitué d'un stator cylindrique dans lequel tourne un rotor excentré. Ce dernier est muni de rainures radiales dans lesquelles coulissent des palettes qui sont constamment plaquées contre la paroi du stator par la force centrifuge

Une petite historique sur les compresseurs à palettes :

Les compresseurs à palettes sont sans aucun doute, les plus anciens de la famille des compresseurs rotatifs ; la première réalisation connue date de 1588 ,à Gênes, l'ingénieur militaire agostinoramelli décrit une pompe à palettes radiales disposées à 90° coulissant dans un rotor cylindrique excentré par rapport à un carter également cylindrique c'est l'ancêtre des machines à palettes encore actuellement employées comme pompe à huile et compresseur .

Les compresseurs rotatifs industriels ont eu leur premier développement vers le début du 20 eme siècle , grâce au brevet de l'ingénieur Witting , qui permit d'améliorer notablement leurs performances ,Après la seconde guerre mondiale ,l'adoption de l'injection d'huile pour le refroidissement a permis une .(6)

## 5-2- 2-1 Les Compresseurs a vis

Un Compresseur rotatif est un compresseur volumétrique dans lequel la compression est obtenue par rotation de deux organes faisant varier le volume d'une chambre de compression.

Ce type de compresseur est muni de rotors à la place de pistons, et évacue l'air (ou le gaz) comprimé de façon continue, sans pulsations. Le compresseur rotatif le plus commun est le compresseur à vis. .(6)

## 5-2-2-3compresseur a lobs :

Ces compresseurs, appelés également à piston rotatif, sont réalisés par deux rotors conjugués dont l'un tourne à l'intérieur de l'autre, le rotor intérieur ayant une dent de moins que le rotor extérieur. Comme dans le cas du compresseur roots, l'entraînement et la synchronisation des rotors sont obtenus par un engrenage associé aux rotors et extérieur à la chambre de compression. L'engrenage est à denture intérieure et le rapport des nombres de dents pignon/couronne est identique au rapport des nombres de dents rotor intérieur/rotor extérieur.

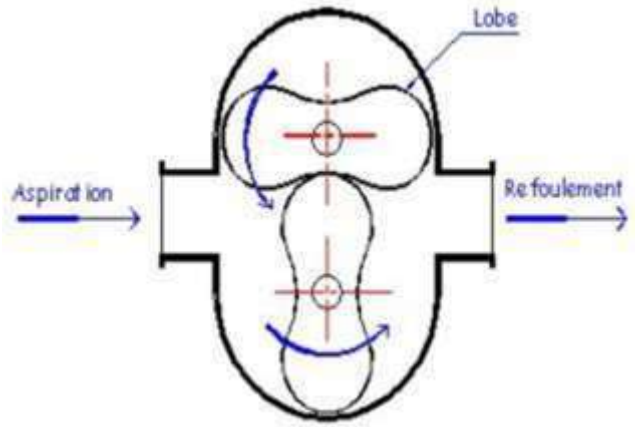



**Figure06 :Compresseur à lobes**

### 5-2-2-4 Compresseurs rotatifs à Spirales

Le compresseur rotatif à spirale est composé de spirales fixes et de spirales mobiles. Il est entraîné par la poulie d'un vilebrequin. Grâce à un arbre excentrique, la spirale mobile se rapproche et s'écarte de la spirale fixe, l'air emprisonné est comprimé dans cet espace et est chassé vers le centre du compresseur (sortie), puis vers le conduit d'admission du moteur.

Dans un compresseur scroll Co-rotatif, les deux centres des volutes sont décalés avec suffisamment de précision pour que les deux spirales s'effleurent. Ces deux spirales sont en rotation autour de leur centre respectif, Elles tournent dans le même sens et à la même vitesse, Le système peut être utilisé soit en compresseur soit en turbine suivant le sens de rotation des volutes, Le volume des poches formées entre les deux spirales varie avec la rotation de celles-ci et entraîne la compression du fluide.(6)

## III-6 Les turbo compresseur :.

### III -6-1Les compresseur axiaux :

Les compresseurs axiaux ne sont pas refroidis, la compression est faite sans échange de chaleur avec l'extérieur.

Ce sont des machines réceptrices à écoulement axial du fluide compressible, ils sont utilisés dans les turbines à grande puissance et dans les turboréacteurs d'aviation ; ils sont caractérisés parle nombre d'étages important et le taux de compression n'est pas élevé (de l'ordre.(7)

### III -6-2 Les compresseurs centrifuges

Ce genre des compresseurs sont très utilisés en raffinage et dans l'industrie chimique et pétrochimique, ils sont très compacts et peuvent développer des puissances

importantes comparées à leur taille dans leur plage de fonctionnement, ils n'engendrent pas de pulsation de pression au niveau des tuyauteries, ces qualités permettent des installations légères,

pour l'environnement de ces Compresseurs, Ils sont particulièrement appréciés pour leurs fiabilités, car de parleur conception, ces machines ne génèrent aucun frottement métal sur métal ; la périodicité des entretiens atteint généralement de trois à cinq ans.(7)

## III -6-2 -1Utilisation :

Les compresseur (pompe**)** centrifuges sont les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de la large gamme d'utilisation qu'elles peuvent courir de leur simplicité de leur faible cout néanmoins, il existe des applications pour les quelles elles ne conviennent pas comme :

- utilisation de liquides visqueux, la pompe centrifuge nécessaire serait énorme par rapport aux débit possibles.

- utilisation de liquides « suxeptibles » c'est-à-dire ne supportant pas la très forte agitation dans le pompe (liquides alimentaires tel que le lait).

- utilisation comme pompe doseuse, il nécessite de réaliser des dosages précis instances risque d'entrainer la pompe en dehors de ses caractéristiques optimales. (7)

## III -7 - les méthodes utilisées pour éviter le pompage

Plusieurs cas peuvent être réalisés pour sortir le compresseur du pompage :

1. augmenter le débit du circuit vers l'aspiration du compresseur.

2. augmenter le débit à travers le compresseur en retournant par un by-pass et un réfrigérant une partie du gaz pompé du refoulement à l'aspiration de l'unité.

3. diminuer le rapport de pression à travers le compresseur en diminuant la pression de refoulement ou en augmentant la pression d'aspiration, ou les deux si le débit doit rester constant.

Les mesures à prendre pour sortir un compresseur du pompage dépendant de ce qui peut être fait avec le processus concerné. Si la vitesse reste constante, il faut augmenter le débit dans le compresseur ou diminuer le rapport de pression à travers le compresseur pour éliminer le pompage.(9)

**III -8- les caractéristiques techniques d'un compresseur :**

les caractéristiques techniques principales d'un compresseur sont représentées par :

- la pression de l'air à la sortie en atmosphères ou en bars, les compresseurs utilisés dans la vie quotidienne créent la pression de 6 à 8 bars, tandis que leurs analogues

industiiels sont capables de créer une pression de 25 bras, la pression signifie que tel ou tel modèle du compresseur peut créer une pression intérieure et refouler une masse d'air dans un espace tanche, la valeur de la pression créer est déterminée par le niveau et la puissance de l'équipement de compression dans la vie quotidienne il n'y a pas de nécessité d'utiliser les compresseurs puissants, créant la pression de plus de 10 bars, cz qui n'est pas le cas pour une grande production, qui a souvent besoin d'un équipement de compression plus puissant, la pression d'exploitation représente une valeur moyenne entie la pression maximale, sous laquelle le processus de refoulement s'arrête, et cette minimale qui met le compresseur en marche de nouveau, en règle générale la différence des pression entre l'arrêt et la mise en marche du compresseur ne dépasse 2 bars, en fonction de cette valeur tous les compresseurs sont divisés en trois catégories : à pression basse, moyenne et haute, tous les compresseurs ne possèdent pas puissance nécessaire pour comprimer de l'air en créant une pression haute puisque ca n'est que dans les compresseurs à piston puissants hélicoïdes ne sont pas capables de le faire.

- la pression à l'entré/ à la sortie, la fiche technique doit contenir l'information sur la valeur minimale de la pression du flux gazeux à l'enflée, ceci est indispensable afin de garantir le rendement nécessaire du compresseur.

La pression peut être absolue ou excessive, ce qui doit également être indiqués dans la fiche technique, il faut, en plus, indiquer les unités de mesure pour la pression indiquée.

la température à l'enflée, cette valeur est influencée par le débit volumétriques, les exigences de pression et la puissance consommée, pour cette raison la température maximale à l'entrée est également à préciser.

la température de refoulement, cette valeur (TJ) dépend de la tempéraflrre à l'enflée du coefficient de compression, ainsi que des valeurs de la capacité thermique massique du gaz et du rendement de compression, cette température est une caractéristique importante utilisée lors de la conception mécanique du compresser du choix de l'étage de compression et de calculs liés aux agents et dispositifs de refroidissement ainsi qu'aux conduites.

La capacités d'aspiration ou de refoulement de l'air (le volume de l'air aspiré ou refoulé à la sortie) en réglé général les producteurs de leurs de l'équipement de compression indiquent dans la fiche technique la première valeur, puisque le compresseur exploité subit des pertes de rendement de refoulement à cause des fuites d'air et du fait que capacité d'aspiration est toujours supérieure, le rendement démontre.

Le volume de l'air traité par le compresseur en une unité de temps indépendamment du

niveau de la pression on crée, il est mesuré en m3 /heure ou en L/min, les compresseurs différents ont de différents niveaux de rendement qui définit les objectifs accomplis par le compresseur en question le volume

de l'air à l'entiée avant le début du processus de compression tiaité par le compresseur en une unité de tems est également considéré comme une caractéristique du rendement du compresseur, ce paramètre est aussi appelé le débit de l'air, quoique la pratique démontre une différence ce considérable entre ces deux paramètres et nous recommandons de s'orienter sur le rendement à la sortie du compresseur, dans le cas, ou la production a besoin d'en acheter un, il sera préférable de prévoir une marge de rendement de 30 % environ.

La puissance du moteur dont est muni le compresseur mesuré en KW, le moteur peut être diesel, électronique ou représenter une turbine, la puissance du moteur a une importance cruciale, parce qu'elle aide le compresseur à refouler de l'air plus haute est la puissance, plus important sera le débit de l'énergie dans le cas des calcules erronés de la puissance ce du moteur le compresseur dépensera l'énergie pour rien, le moteurs puissants sont habituellement installés dans des machines puissantes, dont le fonctionnement nécessite ce type concert de moteur.

Le poids et les caractéristiques dimensionnelles du compresseur, ils peuvent être différents et se varier des valeurs restreintes dans le cas de l'équipement typique de travail jusqu'aux valeurs extrêmement importantes, le compresseur nécessitant parfois tous un local pour être installé, les productions vastes qui utilisent des installations puissantes à grandes dimensions ne prêtent habituellement pas l'attention particulière au poids et aux dimension de l'équipement, puisqu'il est fixé et que l'on l'installe dans un local technique a part, comme il a été mentionné ci-dessus les caractéristiques dimensionnelles et le poids du compresseur sont directement liés à ses capacités, les compresseurs utilisés quotidiennement sont par contre assez compacts, la plus grande partie de leur volume est occupée par les réservoirs à 50, 100, 200 litres et plus.

Il existe également une variante alternative de ce type d'appareil.

- un compresseur hélico'1'de qui n'a pas besoin de réservoir pour rend beaucoup plus mobile.
- le volume de réservoir représente également une caractéristique importante permettant au compresseur à air de fonctionner à circuit ouvert, ces réservoirs spéciaux sont destinés à accumuler l'air comprimé, grâce à leur volume l'équipement pneumatique peut fonctionner plus longtemps en régime autonome quand l'installation

de compression est débranchée ce qui permet d'économiser l'énergie.

L'utilisation du réservoir donne également un autre avantage permettant à l'installation de refouler l'air avec les paramètres prédéfinis de pression.

L'activité corrosive du gaz pompé, la composition du gaz corrosif doit être définie pour toutes les conditions de travail ceci est important, puisque le gaz comprimé peut provoquer des fissures dans les matériaux les plus solides, causés par la corrosio et par une haute tension.

Le liquide dans un flux de gaz, le flux gazeux ne doit pas contenir de liquide, puisque sa présence peut provoquer une défaillance du compresseur dans le cas, ou le milieu actif contient de l'eau, le compresseur doit être équipé par un séparateur qui permet de purger l'eau, ainsi que par un chauffage électiique et par un outil d'isolation de l'entiée du compresseur pour des productions dans les conditions de la température de l'environnement inférieure au point de rosée du gaz à l'entiée du compresseur ou dans le cas de la compression des composants de l'hydrocarbure plus lourds que l'éthane.

Dans certains domaines industriels tels que l'industiie alimentaire par exemple, l'air comprimé ne doit pas contenir de matières étrangères, dans ce cas le choix du compresseur se base non pas sur les caractéristiques de rendement, mais sur les particularités de construction de l'appareil, les paramètres technoques du compresseur doivent alors correspondre aux normes de pureté d'air comprilé, et le processus de compression doit exclure utilisation d'agents lubrifiants.

**III -9 Conclusion**

La compression en générale, peut être imposée par la nécessité technique de déplacer une certaine quantité de gaz d'un système à une certaine pression, vers un autre système à une autre pression plus élevée.(8)

# Chapitre IV : Exemple d'application de la methode HAZOP

# Chapitre IV : Exemple d'application de la methode HAZOP

IV-1- Description de l'étude HAZOP

IV-2- Objectifs et caractéristiques de l'étude HAZOP

Tableau : exemple d'analyse

Tableau des matrices

IV-3- applications des études HAZOP … (médicaux)

IV-3-1- la relation avec d'autre outils d'analyse.

IV-3-2- limites de l'étude HAZOP.

IV-4- principe de l'étude HAZOP

Tableau (mots-guide- signification)

# Hazards and Opérabilité Study (HAZOP)

## IV-1- Description de l'étude HAZOP :

Une étude HAZOP (*Hazards and Operability Study*), exécutée par une équipe, est un processus détaillé d'identification des dangers et des problèmes d'exploitation. L'étude HAZOP s'attache à l'identification des déviations potentielles par rapport à l'intention de conception, à l'examen de leurs probabilités d'occurrence et des causes possibles et à l'évaluation de leurs conséquences.

## IV-2- Objectifs et caractéristiques de l'étude HAZOP:

Les principales caractéristiques d'une étude HAZOP sont entre autres :

- L'étude est un processus créatif. Elle consiste à utiliser une série de mots guides pour identifier des déviations potentielles par rapport à l'intention de conception et à employer ces déviations comme « déclencheurs » stimulant l'imagination des membres de l'équipe dans la recherche des causes de la déviation et dans l'évaluation des conséquences qu'elles peuvent engendrer.
- L'étude se déroule sous la direction d'un chef d'étude qualifié et expérimenté. Celui-ci s'assure de mener un examen exhaustif du système en s'appuyant sur une pensée logique et analytique. De préférence, le chef d'étude est assisté par un scribe qui note les dangers et/ou les perturbations identifiés en vue de leur évaluation et de la recherche de solutions.
- La qualité de l'étude repose sur les qualifications et l'expérience des spécialistes formant l'équipe. Ces spécialistes de diverses disciplines doivent faire preuve d'intuition et de perspicacité.
- Il convient d'effectuer l'examen dans un climat de pensée positive et de franche discussion. Lorsqu'un phénomène est identifié, il est noté pour être ultérieurement évalué et résolu.

- Les solutions aux problèmes ne constituent pas le principal objectif de l'étude HAZOP, mais elles peuvent, le cas échéant, être notées et transmises aux responsables de la conception.

| TITRE DE L'ÉTUDE : Chemin de fer « Ligne courte » MI-0 – MI-11.2 | | | | | | | | | | | | FEUILLE : 1 de 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N° du dessin : Carte A | | | | N° de révision : 3 | | | | | | | | DATE : 2002-09-01 | |
| COMPOSITION DE L'EQUIPE : | | | | LA, RJ, JPL | | | | | | | | DATE DE LA REUNION : 2002-08-16 | |
| PARTIE CONSIDÉRÉE : | | | | Convoi de 60 wagons tirés par 2 locomotives. Fréquence de circulation 4 / jour. | | | | | | | | | |
| | | | | | Avant mise en place des propositions d'amélioration | | | | Après mise en place des propositions d'amélioration | | | | |
| N° | Scénarios Et-si? | Causes | Conséquences | Barrières de sécurité | Gravité | Probabilité | Risques | Propositions d'amélioration | Gravité | Probabilité | Risques | Commentaires | Resp./date cible |
| 1 | Déraillement de plusieurs wagons train direction est, déraillement à l'ouest du pont rt 1 | 1.1 Défaillance du matériel roulant | 1.1.1 Décès, blessures des conducteurs de train | 1.1.1. Système d'inspection au défilé (Roll by) | 4 | 3 | Inacceptable | 1.1.1 Améliorer le programme de maintenance préventive, le garder en place et à jour. | 4 | 2 | Tolérable avec atténuation | Appliquer la recommandation . | LA 2/12/31 |
| | | | 1.1.2 Décès, blessures de personnes circulant sur la route 1. | 1.1.2. Inspection des wagons au triage | | | | 1.1.1 Augmenter la fréquence des inspections | | | | Faire une étude pour déterminer la fréquence optimale | RJ 3/02/28 |
| | | | 1.1.3 Dommages aux équipements roulants | 1.1.3. Essai de freins | | | | 1.1.3. S'assurer que des inspections rigoureuses soient faites selon l'échéancier et que les dossiers soient maintenus à jour | | | | Appliquer la recommandation | LA Immédiat |
| | | | 1.1.4 Dommages aux structures du pont | 1.1.4. Système de maintenance préventive des wagons et des locomotives | | | | | | | | Faire audit des mesures d'atténuation en place | BC 3/09/01 |
| | | | 1.1.5 Arrêt des opérations minières et du concentrateur suite à l'impossibilité de transporter le minerai | | | | | | | | | | |
| | | | 1.1.6 Chômage technique | | | | | | | | | | |

Tableau 01 : Exemple d'analyse « Et-si? » Liste de contrôle – Transport de minerai par rail (exemple non complet)

Matrice de risques Chemin de fer Ligne Courte

| PROBABILITÉ | GRAVITÉ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Négligeable - 1 - | Faible - 2 - | Critique - 3- | Catastrophique - 4- |
| Fréquent - 5- | Tolérable avec atténuation | Inacceptable | Inacceptable | Inacceptable |
| Probable - 4 - | Tolérable avec atténuation | Tolérable avec atténuation | Inacceptable | Inacceptable |
| Occasionnel - 3 - | Tolérable | Tolérable avec atténuation | Tolérable avec atténuation | Inacceptable |
| Rare - 2 - | Tolérable | Tolérable avec atténuation | Tolérable avec atténuation | Tolérable avec atténuation |
| Improbable - 1 - | Tolérable | Tolérable avec atténuation | Tolérable avec atténuation | Tolérable avec atténuation |

| CATÉGORIES DE GRAVITÉ | |
|---|---|
| Catastrophique : | Décès ou invalidité permanente; Important dommage matériel; ou Perte pour l'ensemble du réseau. |
| Critique : | Invalidité partielle permanente; Invalidité totale temporaire de plus de trois mois; Important dommage matériel; ou Important dommage au réseau. |
| Faible : | Blessure mineure; Maladie professionnelle mineure; Accident entraînant une absence; Dommage matériel mineur; ou Dommage mineur pour le réseau. |
| Négligeable : | Premiers soins ou traitements médicaux mineurs; ou Perturbation mineure du réseau. |

| CATÉGORIES DE PROBABILITÉ | |
|---|---|
| Fréquent : | Susceptible de survenir fréquemment (élément individuel); Survient continuellement (parc de matériel roulant). |
| Probable : | Susceptible de se produire plusieurs fois au cours de la vie utile d'une unité; Susceptible de se produire fréquemment pour l'ensemble du matériel |
| Occasionnel : | Susceptible de se produire à l'occasion durant la vie utile d'une unité; Susceptible de se produire plusieurs fois pour l'ensemble du matériel. |
| Rare : | Peu probable, mais peut survenir durant la vie utile d'une unité; Peu probable, mais on peut s'attendre à le voir survenir pour l'ensemble du matériel roulant. |
| Improbable : | Dont la probabilité est si faible qu'on peut supposer que l'incident ne se produira pas; Ne risque guère de survenir, mais peu le faire. |

Tableau 02 : Exemple de matrice de décision – Transport de minerai par rail

## IV-3- applications des études HAZOP**:**

À l'origine, l'étude HAZOP était une technique développée pour les systèmes impliquant le traitement d'un milieu fluide ou autres flux de matière dans les industries de transformation, notamment l'industrie des procédés chimiques et pétroliers. Cependant, son domaine d'application n'a cessé de s'étendre au cours des dernières années, et la technique HAZOP s'applique aujourd'hui, par exemple :

- aux applications logicielles, y compris les systèmes électroniques programmables;
- aux systèmes assurant le déplacement des personnes par différents modes, tels que le transport routier et le transport ferroviaire;
- à l'examen de différentes séquences de fabrication et aux procédures d'exploitation;
- à l'évaluation des procédures administratives dans différentes industries;
- à l'évaluation de systèmes spécifiques, tels que les appareils médicaux.

L'étude HAZOP est particulièrement utile dans l'identification des faiblesses des systèmes nécessitant la circulation de matières, de personnes ou de données, nécessitant un certain nombre d'événements ou d'activités d'une séquence planifiée

ou des procédures contrôlant cette séquence. L'étude HAZOP n'est pas seulement un outil précieux pour la conception et le développement de nouveaux systèmes. Elle peut être utilisée avec profit pour l'examen des dangers et des problèmes potentiels liés à différents états de l'exploitation d'un système donné (démarrage, attente, fonctionnement normal, arrêt normal, arrêt d'urgence, etc.). Elle peut également être employée dans le processus et les séquences de fabrication par lot et en régime instable, ainsi que dans les séquences continues. L'étude HAZOP peut être considérée comme une partie intégrante du processus global de bonne ingénierie et de la gestion du risque.

## IV-3- 1-Relation avec d'autres outils d'analyse :

L'étude HAZOP peut être utilisée en combinaison avec d'autres méthodes d'analyse de la sûreté de fonctionnement, telles que l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et criticité (AMDEC) et l'analyse par arbre de panne (AAP). De telles combinaisons peuvent être utilisées dans les situations exposées ci-dessous :

- L'étude HAZOP indique clairement que les qualités de fonctionnement d'une entité spécifique de l'équipement sont critiques et doivent être examinées en profondeur. Dans ce cas, il est avantageux de compléter l'étude HAZOP par une AMDEC de cette même entité.

- À la suite de l'étude HAZOP des déviations par élément ou par caractéristique, il est possible d'analyser l'effet de déviations multiples ou de quantifier l'éventualité des défaillances en utilisant une AAP.

L'étude HAZOP est une approche centrée essentiellement sur le système, contrairement à l'AMDEC qui est centrée sur la composante. En effet, l'AMDEC part d'une défaillance possible d'une composante, pour étudier ensuite les conséquences de cette défaillance sur l'ensemble du système. L'étude est donc uniquement dans le sens cause à effet. Ce concept diffère de celui d'une étude HAZOP qui commence par identifier les déviations possibles par rapport à l'intention de conception et, à partir de là, procède dans deux directions, l'une pour chercher les causes possibles de la déviation et l'autre pour en déduire les conséquences.

## IV-3- 2- Limites de l'étude HAZOP :

Bien que les études HAZOP aient fait preuve d'une extrême utilité dans différents milieux, la technique a des limites dont il faut tenir compte dans le choix de son application :

- L'étude HAZOP est une technique d'identification des dangers qui examine méthodiquement les effets des déviations sur chaque partie. Parfois, un danger provient d'une interaction entre un certain nombre de parties du système. Ceci impose une étude plus détaillée du danger, faisant appel à des techniques telles que l'analyse par arbre d'événements ou l'analyse par arbre de panne.
- Comme pour toute technique d'identification de dangers ou de problèmes d'exploitation, il n'y a aucune garantie que l'étude HAZOP identifie tous les dangers ou tous les problèmes d'exploitation. Par conséquent, il est préférable que l'étude d'un système complexe ne repose pas uniquement sur une étude HAZOP. En général, cette technique est utilisée en combinaison avec d'autres techniques appropriées au système étudié. Il est essentiel d'intégrer d'autres études pertinentes pour obtenir un système efficace de gestion des risques.
- Un grand nombre de systèmes sont étroitement liés entre eux et une déviation dans l'un d'eux peut avoir une cause ailleurs. Une intervention locale appropriée peut ne pas cibler la cause réelle et ne pas empêcher un accident de se produire ultérieurement. Beaucoup d'accidents se sont produits à la suite de modifications locales mineures dont les effets par contrecoup ailleurs n'avaient pas été prévus. Bien qu'il soit possible de remédier à ce problème en reportant les implications des déviations d'une partie à une autre, ceci n'est souvent pas réalisé dans la pratique.
- Le succès d'une étude HAZOP dépend en grande partie de la capacité et de l'expérience du chef d'étude, de la connaissance des membres de l'équipe ainsi que de leurs interactions.
- L'étude HAZOP ne considère que les parties qui apparaissent sur les plans de conception. Les activités et les opérations qui n'y apparaissent pas ou qui ne sont pas mentionnés par les membres de l'équipe ne sont pas prises en compte.

## IV-4- Principes de l'étude HAZOP :

Le principe de la méthode HAZOP est l'utilisation de « mots guides » pour effectuer une recherche systématique des déviations par rapport à l'intention de conception. Pour faciliter l'examen, un système est divisé en parties (sous-systèmes,

aussi appelés « nœuds ») de telle sorte que l'intention de conception puisse être définie de manière adéquate pour chacune d'elles. La taille de la partie choisie varie selon la complexité du système et la sévérité du danger. Elle est petite pour les systèmes complexes ou pour ceux qui présentent des dangers importants. Pour les systèmes simples ou pour ceux engendrant des faibles dangers, l'utilisation de grandes parties réduit le temps d'étude. L'intention de conception pour une partie d'un système est formulée sur la base des éléments qui possèdent les caractéristiques essentielles de la partie et en représentent les divisions naturelles. Le choix des éléments à examiner est, dans une certaine mesure, une décision subjective puisqu'il existe plusieurs combinaisons menant au but recherché. Les éléments du système peuvent être des étapes ou des phases discrètes d'une procédure, des signaux individuels et des entités d'un système de commande, un équipement ou des composantes d'un processus ou d'un système électronique, etc. La figure 11 illustre le déroulement d'une étude HAZOP.

**PHASE 1 : DÉFINITION**

1) Définir le domaine d'application et les objectifs.
2) Choisir l'équipe et définir les responsabilités.

↓

**PHASE 2 : PRÉPARATION**

3) Dresser le plan de l'étude.

4) Rassembler les données.

5) Convenir de la méthode de compte-rendu.

6) Établir un échéancier.

↓

**PHASE 3 : EXAMEN**

7) Description de la conception.

- Diviser le système en parties (nœuds).
- Choisir une partie et définir l'intention de conception.

8) Identifier les mots guides et les paramètres à examiner et les déviations applicables.

9) Exécution de l'examen.

- Identifier la déviation avec les mots guides sur chaque paramètre.
- Identifier les probabilités, les conséquences et les causes.
- Vérifier s'il existe un problème significatif.
- Identifier les barrières de sécurité (mécanismes de protection, de détection et de signalisation).
- Identifier les propositions d'amélioration.
- Convenir des mesures à prendre.

Répéter selon la séquence paramètre d'abord ou selon la séquence mot guide d'abord.

↓

**PHASE 4 : ÉVALUATION ET DOCUMENTATION**

10) Feuille de travail HAZOP.

- Enregistrer l'examen.
- Évaluer les risques.

11) Rapport d'étude HAZOP.

- Signer la documentation.
- Suivre l'application des mesures.
- Réétudier certaines parties du système.
- Dresser le compte rendu final.

Figure 11 - Déroulement d'une étude HAZOP

Il est important de bien identifier l'origine, la fonction et la sortie du nœud, par exemple selon les termes suivants :

- matériau d'entrée provenant d'une certaine source;
- opération sur un matériau;
- produit(s) de sortie transporté(s) vers une destination.

L'intention de conception d'un nœud contiendra donc les éléments suivants : matériaux, activités, sources et destinations, qui peuvent être considérés comme éléments du nœud. Il est aussi utile de définir les éléments en termes de caractéristiques quantitatives ou qualitatives. Par exemple, dans un système chimique, l'élément « matériau » peut être défini en termes de caractéristiques telles que la température, la pression et la composition. Pour l'activité « transport », des caractéristiques telles que la vitesse de déplacement ou le nombre de passagers peuvent être pertinentes. Pour les systèmes informatiques, les informations plutôt que les matériaux seront prises en considération dans chaque partie.

L'équipe HAZOP examine chaque élément (et, le cas échéant, sa caractéristique) pour y rechercher les déviations par rapport à l'intention de conception susceptibles d'entraîner des conséquences indésirables. Pour identifier ces déviations, elle emploie un système de questions dans lequel interviennent des « mots guides » prédéfinis. Le rôle d'un mot guide est de stimuler l'imagination, de focaliser l'étude et de soulever des idées et des discussions, de façon à augmenter les chances de réalisation d'une étude complète. Les principaux mots guides et leurs significations sont présentés dans le tableau 3.

| Mot-guide | Signification |
|---|---|
| NE PAS FAIRE | Négation totale de l'intention de conception |
| PLUS | Augmentation quantitative |
| MOINS | Diminution quantitative |
| EN PLUS DE | Modification/diminution qualitative |
| INVERSE | Contraire logique de l'intention de conception |
| AUTRE QUE | Remplacement total |

Tableau 3 - Principaux mots guides avec leur signification générale

D'autres mots guides relatifs au temps, à un ordre ou à une séquence sont également définis dans le tableau 6.

| Mot-guide | Signification |
|---|---|
| PLUS TÔT | Relatif au temps |
| PLUS TARD | Relatif au temps |
| AVANT | Relatif à un ordre ou une séquence |
| APRÈS | Relatif à un ordre ou une séquence |
| AUTRE QUE | Remplacement total |

Tableau 4 - Mots guides relatifs au temps ou une séquence

Références


- CEI / IEC 61882 :2001-05) *Étude de dangers et d'exploitabilité* – Commission électrotechnique internationale, Genève, Suisse 2001.
- *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition with Worked Examples,* American Institute of Chemical Engineers, New York, NY. U.S.A. 1992.
- (Knowlton, Ellis), *Une introduction aux études sur les risques et l'exploitabilité,* Chemetics, Vancouver, BC, Canada.
- (Knowlton, Ellis, 1992), *A Manual of Hazard & Operability Studies: The Creative Identification of Deviations and Disturbances,* Chemetics, Vancouver, BC, Canada, 1992.
- Norme ISO 31010:2009.

Conclusion :

la réalisation de ce projet de fin d'étude nous a permis de se familiariser l'analyse des risque industriels d'un pompe compresseur .

On a pu constater que la méthode la plus utilise de cette étude est la méthode HAZOP .

Dans ce mémoire on a nis en exergue la fonctionnement de la pompe compresseur et étude et analyser la risque par la méthode HAZOP

-L'analyse par la méthode HAZOP effectuer ci –dessus relever beaucoup des choses sur les risque probables liées a l'exploitation d'un pompe .compresseur .tel que la mangement .la compresseur .la refoulement .

**Références :**

1- Debbakh Benatallah, identification des risques d'explosion sur le bac stockage condensat off-apect de GTFT application la méthode HAZOP 2016/2017.

2- Berrar- Abderraouf , Gestion des risques par l'analyse préliminaire au sein de complexe GL1/K Sonatrack, wilaya de Skikda 2017.

3- Aboubakr mekiri, contribution à l'analyse des risques à l'amélioration de la procedure d'identification de la hierarchisation des mesures de contrôle, 2016/2017.

4- Nouhed achouri, appart de la logique floue à l'analyse criticité des risques industriels 27 octobre 2009.

5- mouloud bourareche, aport des techniques floues et possibilités à l'analyse semi-quantitative des risques industriels, 27 octobre 2009.

6- Boulahia hassene, etude et analyse des risques dans un mécanique industriel, chaudiere GB 1150, au sein complexe fertial - Annaba, 2018.

7- Hamzaoui mohamed-laid, étude d'un compresseur relatifs à palette 2015/2016.

8- Thèse contribution à l'analyse des risques :

Proposition d'une méthode par scénarios et capitalisation de la connaissance par laurent froquet, 4 avril 2005.

9- Lassad Mazouzi med, etude de défaillance d'une pompe à eau centrifuge de type guinard HP, 2015/2016.

10- Douaba Nadji, analyse analytique FMD et Amdec d'un compresseur à vis, ATLAS copocoze, 2016/2017.

11- Chouidira Zinelaabidine et aichaoui brahim, etude des parametres et mode défaillance d'un compreseur de type GA 2016/2017.

12- gherici HANA , etude du compresseur sulzer à piston au niveau de la centrale à oxygène-SIDER et HADJI-ANNABA , 2018/2019.

13-www.mrs.fr/dearche/risque industriel .htm .