

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
Département De Génie Des Procédés Chimique Et
Pharmaceutique

Mémoire Présenté Pour l'obtention du Diplôme de MASTER

Spécialité: Génie des procédés

Option : Sécurité industrielle

Application de la méthode HAZOP avec évaluation de la
protection contre l'explosion vis a vis du risque électrique

• Réalisés par :

BOUDJEMAI CHAHINEZ
BELDJILALI SAFIA

Encadrées par :

M . BENHABILES

Année Universitaire : 2015/2016

Remerciements

Nos vifs remerciements à :

Notre promoteur Mr M. BENCHABILES pour sa gentillesse et ces précieux conseils, qui nous ont mené jusqu'à élaboration de ce mémoire,

Notre encadreur Mr O. ALILI qui a accepté de nous former avec patience,

Nos profs

- Mme YOUNSI .F
- Mme BENRAHOU.F
- Mr KHELLASSI .S

Nous tenons ainsi à exprimer nos remerciements chaleureux à tout le personnel de HAOUA BERKAOUI

- Mr ALILI.O
- Mr DJABAR
- Mr CHIKH .S
- Mr SANHADJI
- Mlle Kaltoum
- Mr MELLOUAH.A
- Mr BENTLIBA.H
- Oualid, Hakim, Nadjat, Meriem

Qui n'ont ménagé aucun effort pour mettre à notre disposition tous les moyens dont nous avons besoin pour accomplir ce travail,

Nous exprimons aussi nos vifs remerciements à tous les enseignants du département génie des procédés pharmaceutiques UMBB d'avoir été patients avec nous durant notre cursus universitaire ainsi.

Nos derniers remerciements, et ce ne sont pas les moindres, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail

A mon très cher père qui a rêvé toujours de me voir parmi les premiers.

A ma très chère mère.

A ma sœur Karima et mes frères seif eddine , Nasr eddine, Mohamed.

A mes chères copines de chambre Samia et Safia.

A la mémoire de ma grand mère qui, si elle était là aujourd'hui, elle va être fière de moi. Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A ma grand-mère maternelle .

A mes chères tantes côté paternel, et côté maternel
A mes cousines proches Amira et Sarah.

Mon petit poussin Ahyd.

A ma belle-sœur,

A mes ami(e)s sans exception ainsi qu'à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin et à tous ceux qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui,

Chahinez.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon très cher père Djelloul qui, s'il était là avec moi aujourd'hui, il sera trop fier de moi.

A ma très chère mère qui s'est sacrifiée pour faire de moi ce que je suis aujourd'hui.

A ceux qui me sont très chers mes frères Mohamed, Ahmed, Abderrahim et mes sœurs Meriem et Khadidja

A ma belle sœur Fouzia

A mes chères copines de chambre Chahinez et Samia.

A mes nièces Imene et Manel et mes neveux Abdelmalek et Ilyes

A mon grand-père paternel,

A mes oncles et tantes des deux côtés paternel et maternel ainsi qu'à leurs familles

A mes beaux-frères Houcine et Lakhdar .

A mes chers cousines et cousins et à ma copine Safia

A mes ami(e)s sans exception ainsi qu'à tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

Et à la mémoire de mes grands parents, Que Dieu les accueille dans son vaste paradis.

SOMMAIRE

Sommaire.....	i
Liste des figures.....	01
Liste des Tableaux.....	03
Abréviations.....	04
INTRODUCTION GENERALE	
Introduction	06
Problématique.....	08
CHAPITRE I :PRESENTATION DE LA DIRECTION REGIONALE HBK	
I-1-Implantation du champ.....	09
I-2- Historique de la Direction Régionale Haoud Berkaoui.....	10
I-3-Organisation de la Direction Régionale Haoud Berkaoui	12
I-4- Présentation de la Division Sécurité	15
CHAPITRE II :DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET PROCEDES	
II-1 :Centre de production de Haoud Berkaoui	20
II-2 :Le système d’extinction	24
CHAPITRE III :GENERALITE SUR LES COMPRESSEURS	
III-1 :Définition.....	27
III-2 : But de la compression.....	27
III-3 : Classification des compresseurs	28
III-4 : Les compresseurs centrifuges.....	28
Chapitre IV :Présentation et application de la méthode HAZOP	
IV-1 :Analyse des risques	40
IV-2 :Historique et domaine d’application de la méthode HAZOP.....	43
IV-3 :Objectifs de travail.....	50
IV-4 :Description de l’équipement à étudier Compresseur K-101A.....	50

SOMMAIRE

IV-5: Application de la méthode HAZOP (Tableaux HAZOP).....	63
IV-6 :Résultat de l'étude HAZOP.....	78
IV-7 :Etude d'un scénario d'explosion.....	80
IV-8 :Recommandations.....	92
Conclusion Générale.....	94
Bibliographie.....	95

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I-1 : Implantation du champ de la Direction Régionale Haoud Berkaoui.....	09
Figure I-2 : Organigramme de la direction régionale Haoud Berkaoui.....	11
Figure I-3 : Organisation de La Division Sécurité.....	15

CHAPITRE II

Figure II : Vue générale de la station BOOSTING.....	19
Figure II -1 : Vue générale traitement, stockage et expédition d'huile centre de production HAOUD BERKAOUI	20
Figure II -1-5 : BOOSTING de centre de production HAOUD BERKAOUI	23
Figure II -2-1-1 : Bouteille de la poudre accompagnée d'une bouteille de chasse d'azote...	25
Figure II-2-1-2 : Détecteurs de chaleur de l'unité BOOSTING	26

CHAPITRE III

Figure III-4: Compresseur centrifuge.....	28
Figure III-5. : Compresseur centrifuge avec enveloppe à plan de joint vertical.....	30
Figure III-4-2 : Description d'un compresseur centrifuge	31
Figure III 2. : Diaphragme.....	33
Figure III 5. : Les roues	34
Figure III 6. : Le piston d'équilibrage.....	35

CHAPITRE IV

Figure IV -2 : l'organigramme de déroulement de la méthode HAZOP.....	46
Figure IV-4 (a) : Schéma simplifié d'un multiplicateur qui entraîne le compresseur	51
Figure IV -4-1 : Circuit de lubrification d'un compresseur centrifuge.....	54
Figure IV -4 -2 : Etanchéité à labyrinthe en bout d'arbre.....	55

LISTE DES FIGURES

Figure IV - 4 -2 : Circuit d'étanchéité à barrage d'huile.....	57
FigureIV-4-3 :Schéma représente la régulation de l'anti-pompage du compresseur Centrifuge.....	58
Figure IV-6-2 :Moteur électrique	79
Figure IV-7-1:Scénario d'explosion d'un nuage gazeux par l'électricité statique	81
FigureIV-7-3 : La position d'un seul piquet.....	85

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE III

Tableau III -4-3 :Utilisation du compresseur centrifuge	37
Tableau III-4-4 :Risques liés à l'utilisation d'un compresseur.....	38
Tableau III-4-5 :Conseils de montage et d'utilisation du compresseur.....	39

Chapitre IV

Tableau IV -1 : Les principales méthodes d'analyse des risques.....	42
Tableau IV-2 : Exemple tableau HAZOP.....	45
Tableau IV-3 : Exemples de mot-clé.....	47
Tableau IV-4 : Les caractéristiques du moteur électrique d'un compresseur centrifuge.....	51
Tableau IV-7-2-1(a) :la représentation des coefficient d'utilisation des piquets	86
Tableau IV-7-2-1(b) :la représentation des coefficient d'utilisation de la bande d'assemblage.....	88

ABREVIATIONS

ADD	Arbre des défaillances
ADE	Arbre d'événements
AMDE	Analyse des modes de défaillance et leur effet
AMDEC	Analyse des modes de défaillance leur effet et leur Criticité
APR	L'analyse Préliminaire des risques
BKH	Benkahla
BP	Basse Pression
CP	Centre de production
FE (flow element)	Elément de débit
FIC (Flow Indicator Controller)	Contrôleur et indicateur de débit
FV (Flow valve)	Vanne de niveau
GLA	Guellala
GLA/NE	Guellala nord-est
GNL	Gaz naturel liquéfier
GPL	Gaz pétrole liquéfier
HAZOP	Analyse des risques des procédés et opérations (Hazard & operability study)
HBK	Haoud Berkaoui
HP	Haute Pression
LAH (level alarm high)	Alarme de haut niveau
LAL(level alarm low)	Alarme de niveau bas
LC (level controller)	Contrôleur de débit

ABREVIATIONS

LG (level glass)	Niveau à glace
LSH(level safety high)	Sécurité de haut niveau
LSL(level safety low)	Sécurité de niveau bas
LV(level valve)	Vanne de niveau
MP	Moyenne Pression
PAL(pressure alarm low)	Alarme de base pression
PI(pressure indicator)	Indicateur de pression
PSH (pressure safety high)	Sécurité de haute pression
PSHH(pressure safety high high)	Sécurité de très haute pression
PSV(pressure safety valve)	Soupape de sécurité
PV (pressure valve)	Vanne de pression
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram.
RGA	Nouvelle station de récupération des gaz associés
SDC	Salle de contrôle
TI(temperature indicator)	Indicateur de température
TRC	Transport par canalisation
TSH (temperature safety high)	Sécurité de haute température
UTG	Unité traitement de Gaz

INTRODUCTION :

Comme toute activité industrielle, le secteur des hydrocarbures présente des risques de différentes natures dont les effets et les impacts peuvent avoir une gravité considérable.

Contre ces effets la sûreté de fonctionnement représente une base nécessaire pour tout ce qui concerne la sécurité des personnes et des biens dans le sens innocuité du système vis-à-vis de son environnement, tout en fonction normale qu'en cas de dysfonctionnement.

La maîtrise de la sécurité des systèmes par l'étude approfondie des risques liée aux activités industrielles nous revoyions à la notion d'analyse des risques (identification et estimation des risques) a pour répondre à cette problématique , les méthode : l'ADD , l'AMDEC , l'HAZOP ... constitue un moyen éprouvé.

Nous nous proposons d'appliquer la méthode HAZOP est une méthode qualitative d'analyse et d'évaluation des risques . Comme elle est spécifique aux systèmes thermo hydraulique ou thermo fluide, elle l'une des méthodes les plus adaptée pour les installations de productions (séparation, fours, turbines à gaz, compresseurs ...etc.)

Notre travail concerne la protection des compresseurs contre les risques d'explosion , après une description du fonctionnement et des caractéristiques des compresseurs centrifuge de la station BOOSTING HAOUD BERKAOUI en appliquant la méthode HAZOP la plus adaptée aux systèmes.

Pour cela , nous nous sommes fixé comme objectifs :

INTRODUCTION GENERALE

- Identification des phénomènes majeurs qui peuvent se produire sur un compresseur par l'application de la méthode d'analyse des risques HAZOP .
- Identification des causes principales des scénarios et établissement des mesures de prévention pour éviter l'occurrence de ces types de scénario.
- En fin, la formulation des recommandations permettant de garantir un niveau de risque acceptable.

Nous avons organisé notre travail à travers le plan suivant :

- ❖ **Chapitre I** : présentation de la Direction Régionale HAOUD BERKAOUI (division ;service ;organisation).
- ❖ **Chapitre II** : Généralité sur les compresseurs (but ;classification ;description et principes de fonctionnement des compresseurs centrifuges ;les caractéristique de construction).
- ❖ **Chapitre III** : Description des installations et procédés (centre de production HAOUD BERKAOUI ;unité de compression gaz ;système de protection existant).
- ❖ **Chapitre IV** : présentation et application de la méthode d'analyse du risque (HAZOP) sur Le compresseur centrifuge K-101A (identification des risques majeurs) .parmi les risques :une fuite de gaz suite une décharge électrostatique vue la présence du moteur électrique.

INTRODUCTION GENERALE

Nous avons donc estimé et évalué le dispositif de la à la terre de cette installation par rapport à la réglementation.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA DIRECTION REGIONALE HAOUD BERKAOUI : [1]

La Direction Régionale Haoud Berkaoui fait partie de la Division Production de l'activité Amont de Sonatrach.

Le premier centre de traitement d'huile de HBK a été mis en service en 1967 ; Aujourd'hui il y'a cinq (05) centres de traitement d'huile et une unité de traitement de gaz. Chaque centre de production reçoit du brut, provenant de divers puits, le stabilise, le stocke dans des bacs avant son expédition (vers les lignes TRC).

Le gaz récupéré de la stabilisation est comprimé et acheminé vers l'usine de traitement de gaz de Guellala (UTG/GLA) qui en soutire du GPL, du gaz de vente et du gaz-lift.

I-1- IMPLANTATION DU CHAMP :

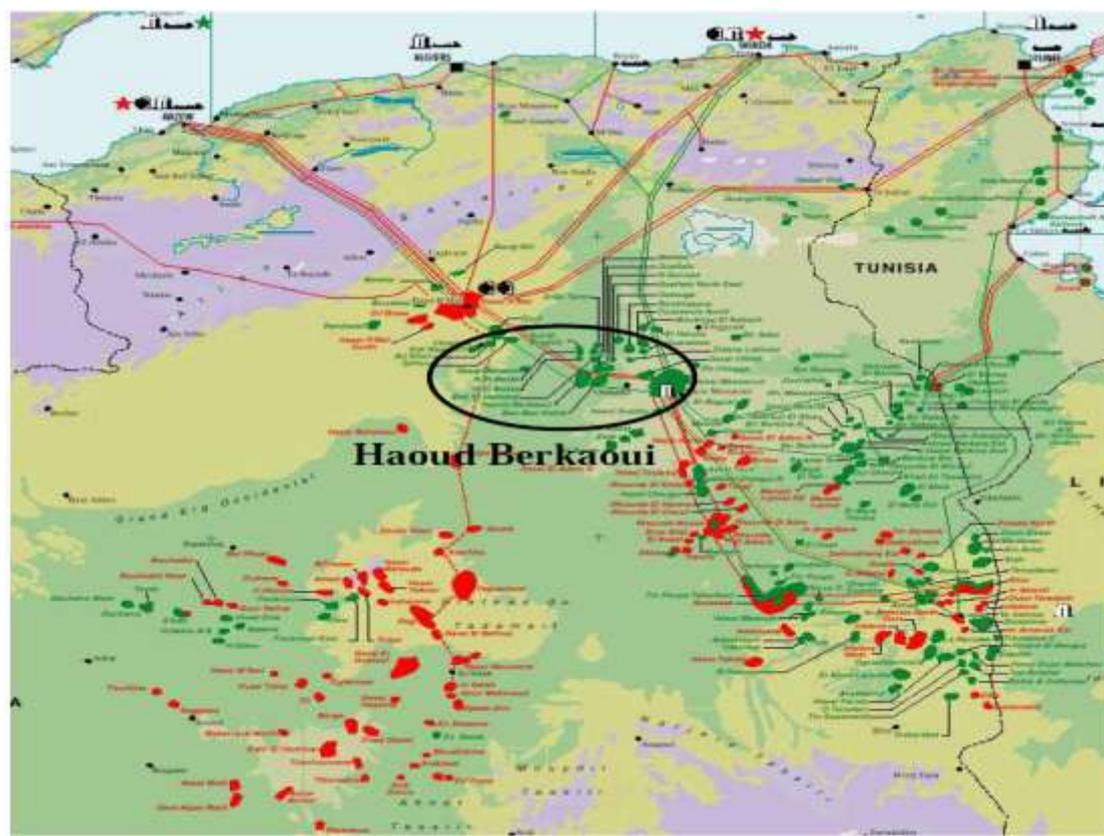


Figure I-1 : implantation du champ de la Direction Régionale HAOUD BERKAOUI

Sur la route RN49, reliant Ghardaia à Hassi Messaoud, à 35 km d'Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier. Il s'agit de la Direction Régionale Haoud Berkaoui, située à 772 km au sud d'Alger, à 35 km au nord ouest d'Ouargla et à 100 km à l'ouest de Hassi Messaoud. Elle est constituée essentiellement de trois champs principaux : Haoud Berkaoui, Guellala, Benkahla et de plusieurs champs périphériques : Benkahla Est, Guellala Nord Est, Draa Etamra, Haniet El Mokta, Bab El Hattabat, Sahane, N'goussa et Mokh El Kebch.

I-2- HISTORIQUE DE LA DIRECTION REGIONALE HAUD BERKAOUI :

Les étapes caractérisant le développement de la Direction Régionale sont :

- 1967 : Mise en service du centre de traitement d'huile
- 1971 : Mise en service du centre de traitement d'huile BKH
- 1976 : Mise en service du centre de traitement huile GLA
(Découverte en octobre 1969, puits GLA (02))
- 1977 : Création de la Direction Régionale HBK.
- 1978 : Mise en service du centre de traitement huile GLA/NE
- 1979 : Mise en service du centre de traitement huile DRT
- 1987 : Rattachement du secteur ONR à Hassi R'MEL.
- 1992 : Mise en service des trois stations de compression de gaz torchés des CP/HBK, BKH et GLA (boosting) et de l'UTG/GLA ainsi que le démarrage des puits d'huile en gas-lift
- 1993 : Mise en service des nouvelles stations d'injection d'eau HBK, BKH et GLA
- 2000 : Mise en service des trois stations de déshuilage à HBK, BKH, et GLA et station d'épuration des eaux usées.
- 2008 : Démarrage du projet de récupération des gaz associés et ré instrumentation (Projet RGA)

I-3- ORGANISATION DE LA DIRECTION HAOUD BERKAOUI :

La Direction Régionale est constituée de neuf (09) Structures :

1- DIVISION ENGINEERING ET PRODUCTION :

Mission principale : Elle s'occupe de la gestion et du suivi des puits depuis le forage jusqu'à la mise en production ainsi que de la collecte et de la desserte des produits (pétrole, gaz et eau).

Composée de :

- Service géologie.
- Service Techniques Puits.
- Service Mesures et contrôles
- Service Interventions puits.

2- DIVISION EXPLOITATION :

Mission principale : Elle reçoit le brut des puits et le traite en vue de le stabiliser. Le gaz dégagé de la stabilisation est traité pour avoir du condensât, GPL, gaz de vente et gaz lift.

Composée de :

- Service Exploitation Haoud Berkaoui, Benkahla.
- Service Exploitation Guellala et GLA/NE.
- Service Traitement et Corrosion.
- Service Études et programmations

3- DIVISION MAINTENANCE :

Mission principale : Assure la bonne marche des installations et intervient sur tous les équipements de la Direction Régionale.

Composée de :

- Service Planning et Méthode.
- Service Mécanique Industrielle.
- Service Électricité Industrielle.
- Service Instrumentation.
- Service Télécommunication.

4- DIVISION REALISATION :

Mission principale : La gestion et le suivi des travaux de construction et d'aménagement au niveau de la Direction Régionale.

Composée de :

- Service Travaux Neufs Pétroliers.
- Service Électromécanique.
- Service Travaux Entretien.
- Service Génie Civile.

5- DIVISION SECURITE :

Mission principale : La préservation de la santé des employés, la sauvegarde des Installations de production et la protection de l'environnement.

Composée de :

- Service Prévention.
- Service Intervention.
- Cellule Environnement.

6- DIVISION APPROVISIONNEMENT ET TRANSPORTS :

Mission principale : Dotation et satisfaction des besoins de toute les structures de la Direction Régionale en matérielles (consommables et autre), assure aussi la disponibilité des moyens de transports.

Composée de :

- Service Maintenances Véhicules.
- Service Gestion Stocks.
- Service Matériel.
- Approvisionnement.
- Service Transport.
- Cellule Inventaire

7- DIVISION FINANCE :

Mission principale : gestion et suivi de tous les mouvements d'entrée et de sortie des dépenses de l'entreprise

Composée de :

- Service Comptabilité Générale.
- Service Comptabilité Analytique.
- Service trésorie.
- Service Juridique.

8- DIVISION PERSONNEL :

Mission principale : Assure la gestion et le développement professionnel du personnel depuis le recrutement jusqu'à la retraite.

Composée de :

- Service planification Personnel.
- Service gestion et paie.
- Service administration générale.
- Service Prestation Sociale.

9- DIVISION INTENDANCE :

Mission principale : suivi et prise en charge du personnel en matière de restauration et d'hébergement en assurant les meilleures conditions de vie.

Composée de :

- Service Restauration.
- Service Hébergement.
- Service Intendance.
- Cellule Activité Espaces Verts.

I-4- PRESENTATION DE LA DIVISION SECURITE :

La Division Sécurité est composée de :

1. Service Prévention ;
2. Service Intervention ;
3. Cellule Environnement.

Le rôle du Service Prévention :

- ✓ Travail en collaboration avec les autres structures, en ce qui concerne les nouveaux projets, les travaux de modification sur les installations pour donner son avis sur l'aspect sécuritaire en conformité avec les normes et la réglementation en vigueur.

- ✓ Préconiser les différentes consignes de sécurité lors des travaux (Soudures, manutention,).
- ✓ Assister aux différents tests des équipements de sécurité sur les appareils de Snubbing et de forage.
- ✓ Organiser des campagnes de sensibilisation du personnel.
- ✓ Initier les personnels sur l'utilisation des moyens de premier secours.
- ✓ Procéder à l'affichage des différentes consignes de sécurité.
- ✓ Établir des rapports mensuels et annuels relatifs à ces activités et analyse les causes des accidents ou incidents.
- ✓ Procède quotidiennement à la vérification du matériel au niveau des centres de production, chantiers et les différents ateliers de la Direction Régionale.
- ✓ Assurer le suivi des travaux dans des conditions de sécurité optimales.
- ✓ Participer à l'étude et aux modifications concernant les installations.
- ✓ Réaliser des audits de sécurité des installations.
- ✓ Rédiger des consignes de sécurité générales et particulières.
- ✓ Travailler en collaboration avec le médecin de travail.
- ✓ S'assurer de l'application des divers contrôles et inspections réglementaires des équipements.
- ✓ Élaborer et étudier les statistiques d'accidents du travail.

Le rôle du Service Intervention :

Il a pour but d'intervenir en cas d'alerte, au niveau de la Direction Régionale et d'assurer la surveillance des installations au centre de production.

Pour bien accomplir sa mission il est appelé à :

- ✓ Entretien et vérifier périodiquement les équipements (les motopompes, des véhicules motopompes roulant, réseau anti-incendie...).
- ✓ Assurer l'entretien préventif des systèmes de protection.
- ✓ Couverture des travaux dangereux.
- ✓ Établir les fiches de renseignements pour chaque personne de passage et remet les badges.

- ✓ Établir, actualiser et appliquer les plans d'intervention.
- ✓ Faire des exercices périodiques sur feu réel ou simulé en collaboration avec les services techniques ou la Protection civile.
- ✓ Faire appliquer les consignes générales et particulières de sécurité.

Mission de la Cellule Environnement :

La Direction Régionale de HBK est l'une des premières Régions qui a consenti beaucoup d'efforts en matière de réalisation des infrastructures de protection de l'environnement.

A cet effet il est à signaler que la Direction Régionale HBK est dotée de :

- Trois (03) Stations de déshuilage destinées à traiter les effluents liquides industriels générés par les trois Centres de Production : HBK, GLA et BKH
- Une (01) Station d'épuration des eaux usées domestiques.
- Un (01) Centre d'Enfouissement Technique pour le stockage des déchets ménagers.
- Une (01) aire de stockage des déchets ferreux et non ferreux
- Une (01) aire de stockage des déchets inertes

En ce qui concerne les émissions atmosphériques, une fois mis en service les installations du projet RGA vont permettre d'améliorer la récupération des gaz associés.

Les principales tâches et missions assignées à la Cellule Environnement sont :

- ✓ Identification des aspects environnementaux et sources de pollution
- ✓ Évaluation de l'intensité des différents types de pollution.
- ✓ Présentation des mesures d'atténuation.
- ✓ Mise à jour de la veille réglementaire en matière de protection de l'environnement
- ✓ Information et sensibilisation dédiés au personnel sur des thèmes liés à la protection de l'environnement

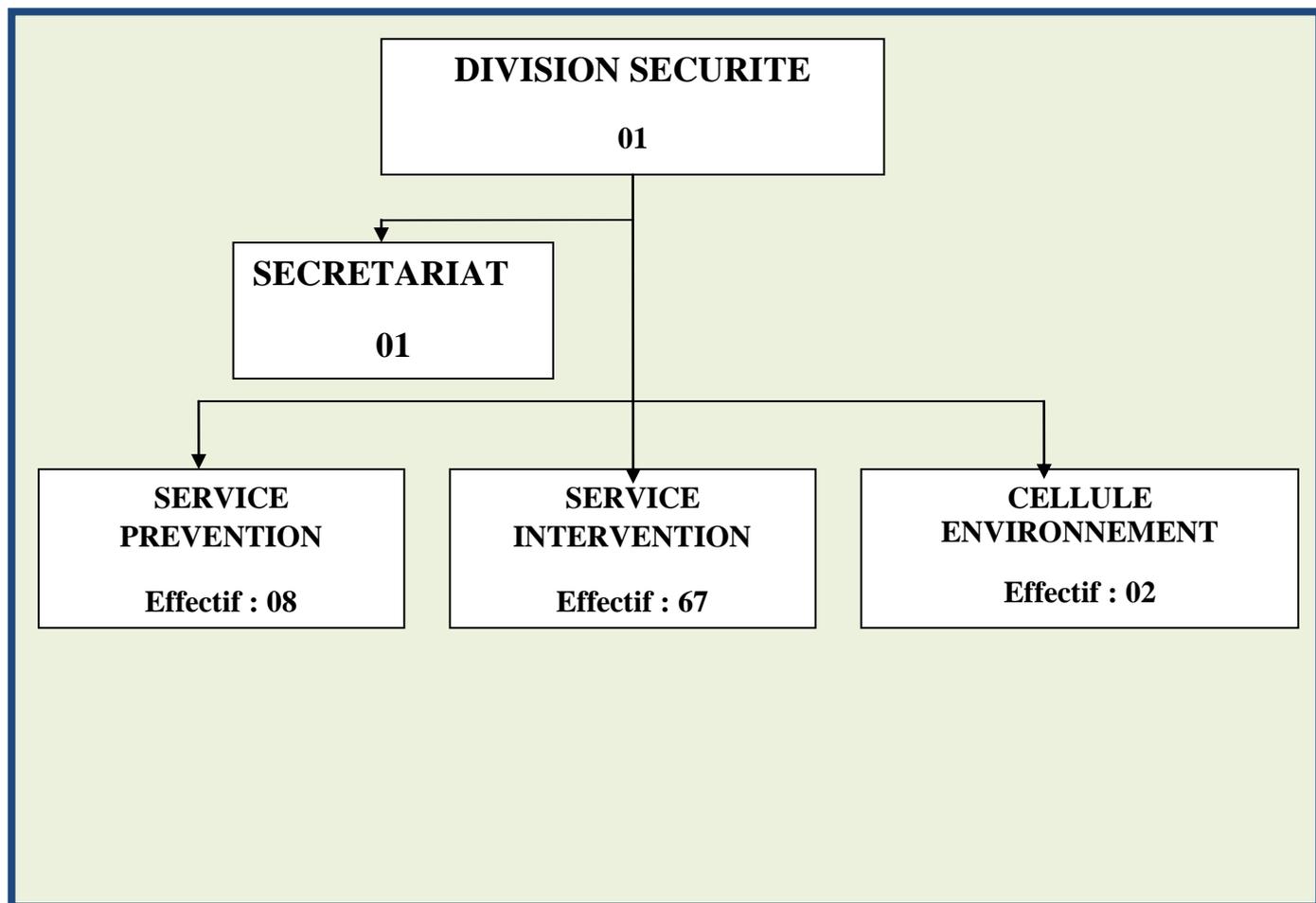


Figure I-3 : Organisation de la division sécurité

CHAPITRE II – DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET PROCÉDES :

[2]

La Direction Régionale de Haoud Berkaoui est composée de cinq (05) centres de production : Haoud Berkaoui, Guellala, Benkahla, Guellala Nord Est, et Drâa Tamra.

II -1- CENTRE DE PRODUCTION HAUD BERKAOUI :

Les activités du CP de Haoud Berkaoui sont :

- Traitement, séparation et le stockage du pétrole puis l'expédition du produit vers les lignes TRC.
- Récupération des gaz associés, compression et expédition du gaz vers l'usine de traitement de gaz de Guellala.
- Injection d'eau pour maintenir la pression dans le gisement.
- Déshuilage et traitement des eaux huileuses ;

Le traitement, stockage et expédition d'huile sont représentés sur le schéma suivant :

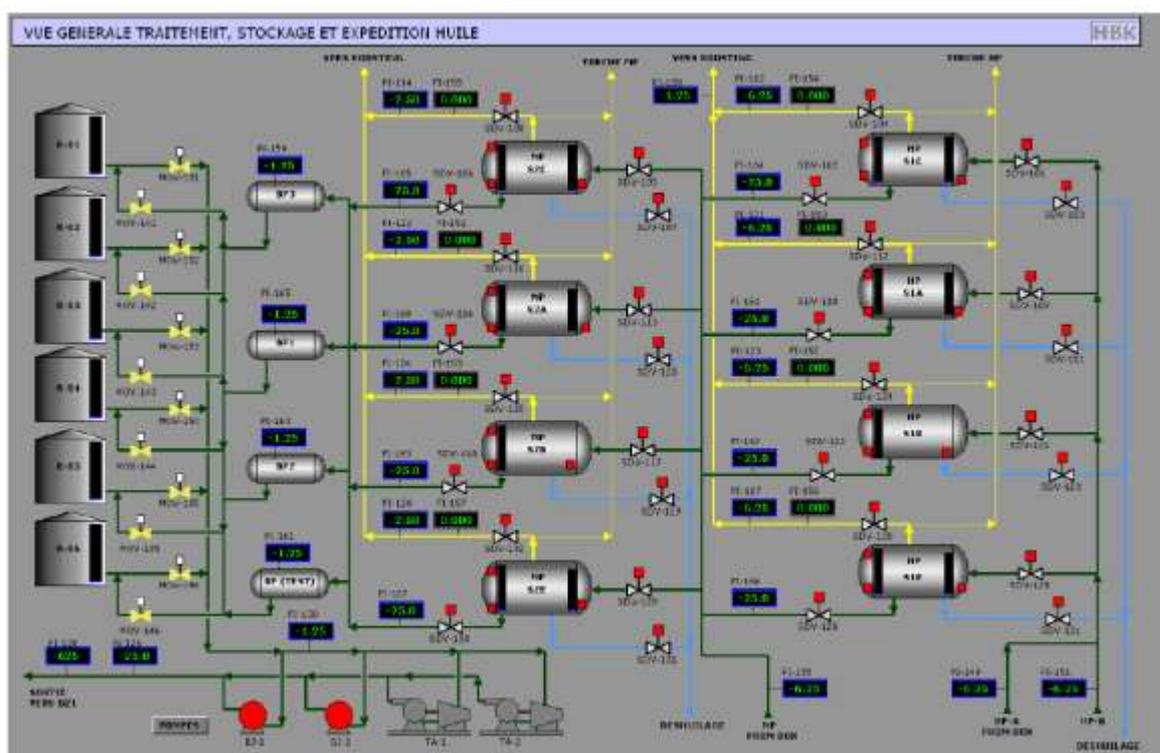


Figure II -1 : Vue générale traitement, stockage et expédition d'huile Centre de production HAUD BERKAOUI

1-SEPARATION :

Le centre traite les effluents des puits de la zone de Haoud Berkaoui ainsi que la production d'huile provenant du centre de Benkahla. Le manifold reçoit les collectes d'huile HP et répartit cette production entre les séparateurs du premier étage (S1 A/B/C) afin de séparer la partie huile de la partie gaz. La production d'huile issue du premier étage ainsi que les effluents des puits MP aboutissent au second étage de la séparation (séparateurs S2 A/B/C/) avant d'être dirigés vers le troisième étage de séparation (séparateurs BP1, BP2 et BP3). Les gaz séparés sont comprimés par l'unité de compression de gaz et envoyés vers l'usine de traitement de gaz de Guellala ou sur torche.

2- STOCKAGE D'HUILE:

L'huile dégazée est stockée dans 06 bacs à toit fixe : 4 bacs de 2000 m³ (R1 / R2 /R3 /R4) et 2 bacs de 5000 m³ (R5 et R6).

3- EXPEDITION BERKAOUI :

L'huile est expédiée vers l'oléoduc 28'' Haoud El Hamra - Arzew par les Pompes d'expéditions BJ-1, BJ2, TA-1, et TA-2.

4- UNITE D'INJECTION D'EAU :

Elle entre dans le cadre du maintien la pression du gisement de Haoud Berkaoui.

La totalité de l'eau produite par les puits est filtrée puis mise en pression entre 130 - 150 bar ; et par l'intermédiaire d'un manifold et d'un réseau de dessertes, acheminée dans les puits injecteurs d'eau.

5- UNITE DE COMPRESSION DE GAZ HAUD BERKAOUI :

La station de compression de Haoud Berkaoui se compose de 2 trains (A et B) ayant chacun une capacité de compression correspondant à 50% du débit nominal, Trois circuits de gaz d'alimentation sont disponibles à partir des lignes de sortie suite à la séparation BP, MP et HP.

- **Gaz BP** : le gaz passe à travers le ballon d'aspiration BP (V-100) avant d'être mis en pression par les soufflantes (K-100A/B), le gaz est alors mélangé au gaz MP.
- **Gaz MP** : le gaz passe à travers le ballon d'aspiration MP (V-101A/ V-101B) avant d'être introduit dans le premier étage des compresseurs (K-101A/B)
- **Gaz HP** : le gaz passe à travers le ballon d'aspiration HP (V-102 A/B), avant d'être introduit dans le deuxième étage des compresseurs .

- Tous les gaz sont comprimés jusqu'à 29 bar.
- Le gaz comprimé est ensuite refroidi à une température de 60 °C(E101) puis passe dans un ballon (V103) pour éliminer les hydrocarbures liquides, avant son expédition vers l'usine de Guellala.

Le procédé de compression est représenté sur le schéma suivant.

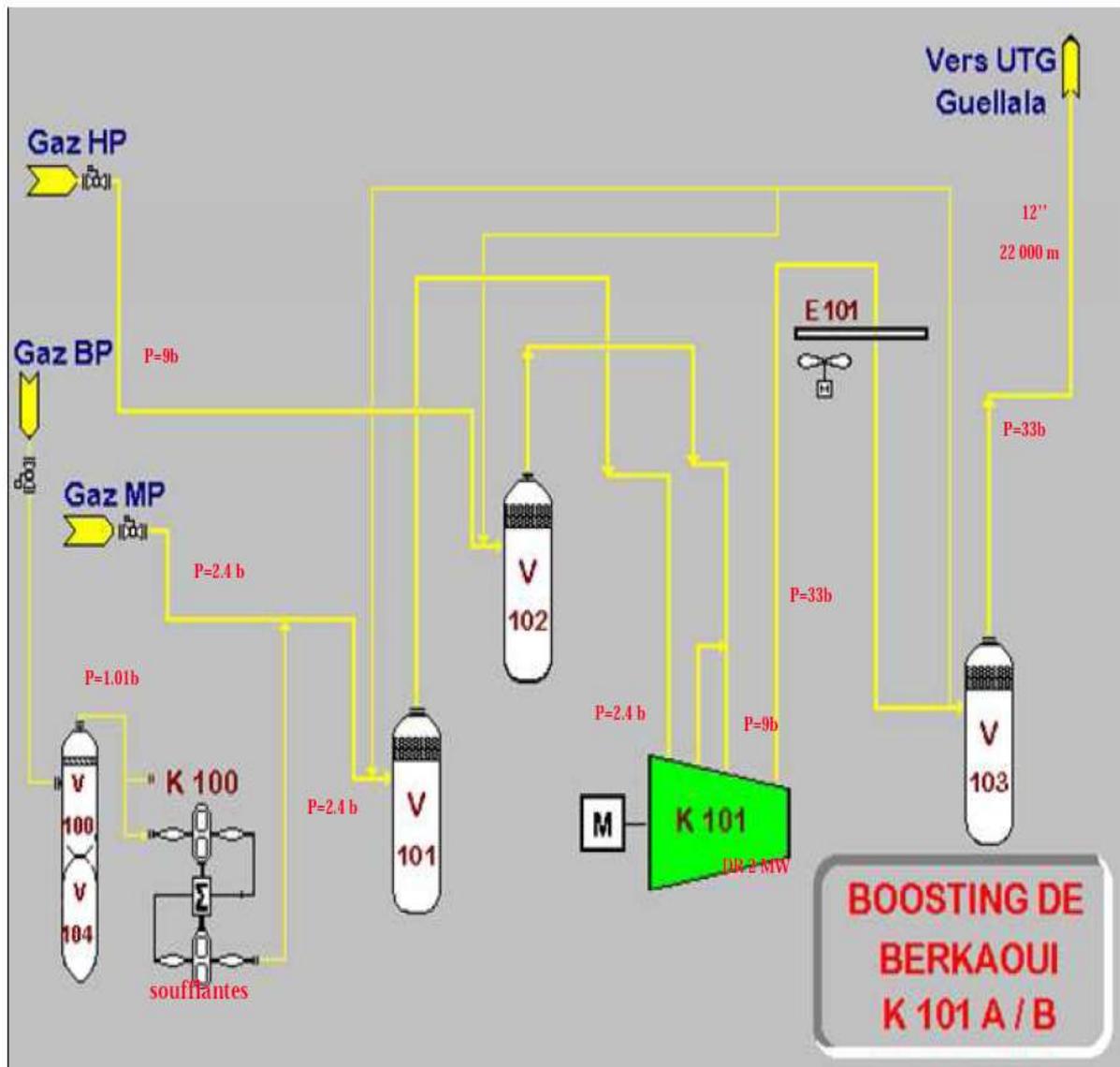


Figure II –1-5 : Boosting de Centre de production HAUD BERKAOUI

II-2- SYSTEME D'EXTINCTION : [5]

Dans un système de protection incendie, il ne suffit pas de détecter et de mettre en sécurité. Il est souvent nécessaire de protéger les personnes et les biens en agissant sur le début de l'incendie même. C'est le rôle d'un système d'extinction automatique.

Qu'il soit à gaz, à eau, à brouillard d'eau, à mousse ou à poudre, l'agent extincteur géré par l'automatisme est là pour empêcher le feu de se développer ou pour l'éteindre.

Outre les dangers immédiats du feu, le risque est aussi la propagation aux abords même du sinistre.

Un système d'extinction automatique permet aussi de gérer cette menace en refroidissant les alentours du sinistre.

Pour domestiquer et maîtriser tout début d'incendie préjudiciable il est impératif de monter des matériels d'extinction répondant aux risques à couvrir. Ces matériels doivent, par leur présence, assurer une parfaite maîtrise des dangers inhérents à un départ de feu.

De par leur conception et leurs nombreuses options, les systèmes d'extinction DEF répondent parfaitement à de multiples applications.

II -2-1- SYSTEME DE PROTECTION DE L'UNITE BOOSTING - HBK :

1-SYSTEME D'EXTINCTION A POUVRE SEVHE AUTOMATIQUE : Ce système est installé au niveau de l'unité BOOSTING

- ❖ 2 bouteilles de poudre de 150 Kg accompagnées de 2 bouteilles de chasse d'azote et 8 diffuseurs

LES POUVRES :

Elles sont classées en catégories A, B, C, et D qui correspondent aux différentes de classes de feu.

Le mode d'action est essentiellement l'inhibition.

La poudre la plus répandue est la poudre ABC (phosphate mono ammonique) utilisable pour les trois premiers types de feux.

Elles peuvent contenir des additifs : hydrofugeant, fluidisant, et anti- compactage.



Figure II –2-1-1 : Bouteille de la poudre accompagnée d’une bouteille de chasse d’azote

1- LA DETECTION : [4]

❖ 2 Détecteurs de chaleur .

1. LES DETECTEURS DE CHALEUR :

Les détecteurs de chaleur a pour objet d’éviter le déclenchement d’un incendie. Le détecteur de chaleur s’utile dans les environnements fumigènes. Les détecteurs de chaleur vont repérer la chaleur dégagée par la combustion.

2. FONCTIONNEMENT :

Le détecteur est constitué :

- d’un capteur de température (sonde à résistance, thermocouple, bilame, ..., thermorésistante,...)
- d’un système électronique de traitement du signal.

Le détecteur passe en alarme lorsque la température dépasse un certain seuil de température

Prédéterminé (60°C/70°C/130°C, ...)



Figure II -2-1-2 : Détecteurs de chaleur de l'unité BOOSTING

CHAPITRE III : GENERALITE SUR LES COMPRESSEURS [6]

Les turbocompresseurs sont des machines dans lesquelles, un fluide échange de l'énergie avec des impulsseurs munis d'aubes, tournant autour d'un axe.

L'indice principal de ces compresseurs est la continuité de l'écoulement de l'entrée à la sortie. Les aubes ménagent entre elles des canaux par lesquels le fluide s'écoule. Elles sont des obstacles prolongés donnant la direction au fluide qui les traverse.

Les turbocompresseurs peuvent être divisés en plusieurs types à savoir:

- ventilateurs.
- soufflantes.
- compresseurs axiaux et les compresseurs centrifuges.

Les turbocompresseurs sont appliqués dans divers domaines, ils peuvent être utilisés dans l'industrie du gaz, la métallurgie mécanique etc....

Les avantages de ces machines sont qu'elles peuvent être accouplées directement à un moteur électrique ou à une turbine sans mécanisme bielle-manivelle. C'est pour cette raison qu'elles sont moins encombrantes par rapport aux compresseurs à piston.

III-1- DEFINITION:

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).

III-2- BUT DE LA COMPRESSION :

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.

Cette opération a pour but de:

- faire circuler un gaz dans un circuit fermé.

- produire des conditions favorables (de pression) pour des réactions chimiques.
- envoyer un gaz dans un pipe-line de la zone de production vers l'utilisateur.
- obtenir de l'air comprimé pour la combustion.
- récupérer du gaz (unités de G.N.L ou autres).

III-3- CLASSIFICATION DES COMPRESSEURS:

- Les compresseurs volumétriques.
- Les compresseurs alternatifs.
- Les compresseurs rotatifs.
- Les compresseurs dynamiques.
- Les compresseurs axiaux.
- Les compresseurs centrifuges.

III-4- LES COMPRESSEURS CENTRIFUGES:

Ces 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 par leur conception, ces machines ne génèrent aucun frottement métal sur métal ; la périodicité des entretiens atteint généralement de trois à cinq ans.

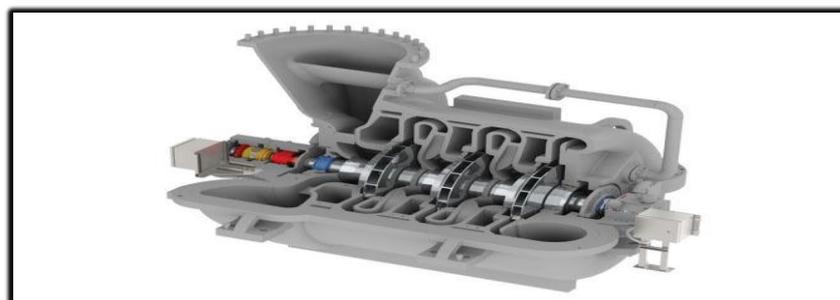


Figure III-4- compresseur centrifuge

On trouve ainsi des compresseurs centrifuges a :

- 1 étage pour des compresseurs de recycle (reformage catalyseur ou recycle d'ammoniac sur la synthèse).
- 2 étages pour des compresseurs de transfert tel que craquage catalytique, compression de chlore.
- 5 étages et 3 corps pour les compresseurs de synthèse d'ammoniac ou de gaz craqués de vapocraqueurs.
- 2 à 4 étages pour la compression de l'air service ou instrument (réseau entre 6 et 10 bars).

III-4-1-TYPES DES COMPRESSEURS CENTRIFUGES :

La construction de ces compresseurs étant adapté au cas particulier de chaque réalisation, on distingue :

1. Compresseur de canalisation :

Les corps de ces compresseurs sont en forme de cloche avec un seul flasque de fermeture sur un plan vertical, et généralement ils sont utilisés pour transporter le gaz naturel.

2. Compresseur SR :

Généralement utilisés pour comprimer de l'air, de la vapeur et pour des géothermiques.

3. Compresseur centrifuge avec enveloppe à plan de joint horizontal :

Ces compresseurs fonctionnent généralement à de basses pressions et débits importants

4. Compresseur avec corps en forme de cloche :

Les compresseurs barrels à haute pression ont des corps en forme de cloche et sont fermés par des segments au lieu que par des boulons.

5. Compresseur centrifuge avec enveloppe à plan de joint vertical :

Ces compresseurs sont généralement multi étagés, et peuvent fonctionner à haute pression.

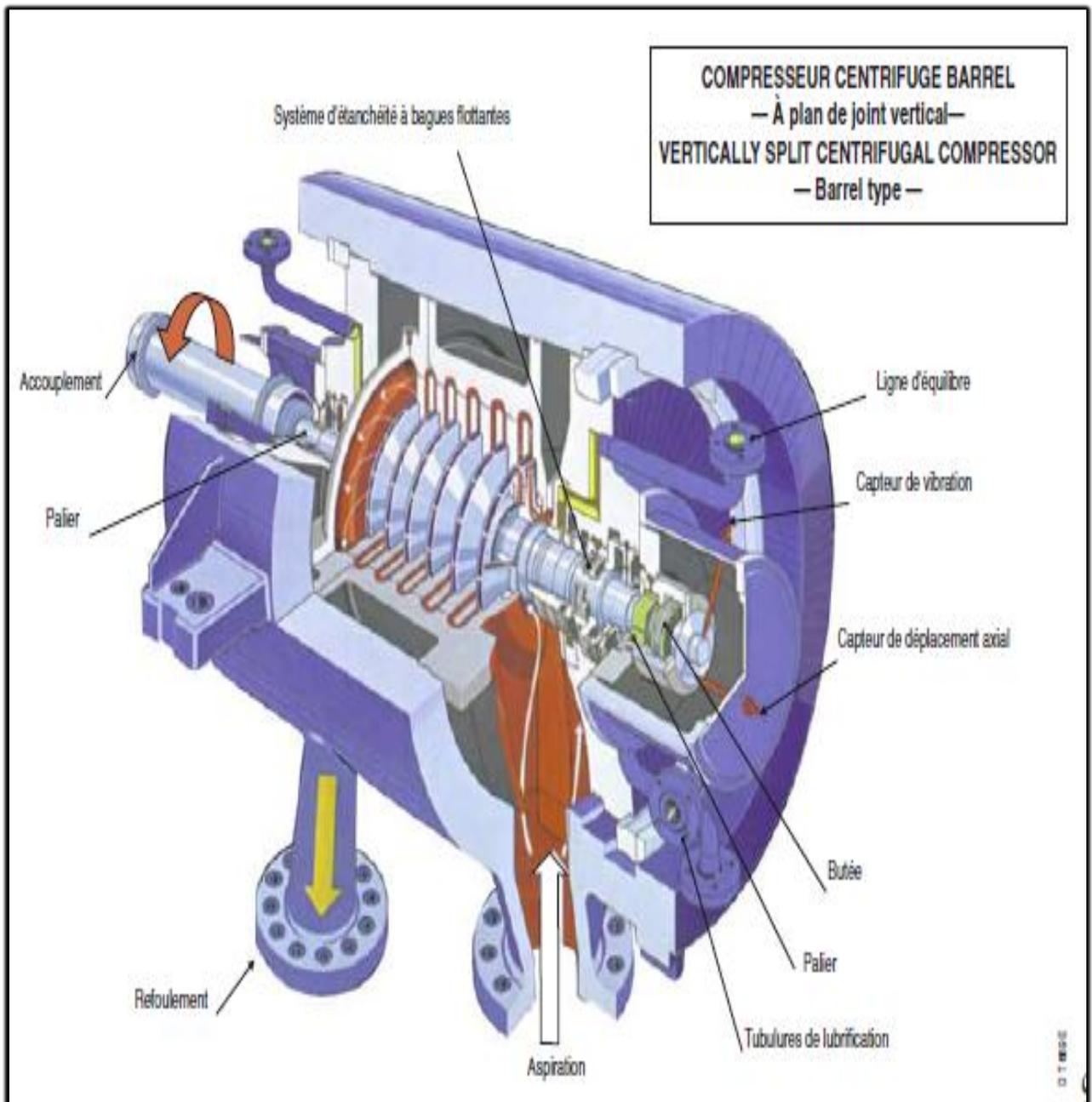


Figure 5. : Compresseur centrifuge avec enveloppe à plan de joint vertical

III-4-2- DESCRIPTION ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES COMPRESSEURS CENTRIFUGES :

Ce type de machine est constitué par (**fig. II-4-2**) :un corps extérieur (**A**) contenant la partie du stator dite ensemble de diaphragmes (**B**) où est introduit un rotor formé par un arbre (**C**), une ou plusieurs roues (**D**), le tambour ou piston d'équilibrage (**E**), le collet du palier de butée (**F**).

Le rotor entraîné par la machine motrice tourne sur les paliers porteurs (**H**), il est gardé dans sa position axiale par le palier de butée (**I**).

Des dispositifs d'étanchéité à labyrinthe (**L**), si nécessaire et des étanchéités d'huile d'extrémité agissent sur le rotor.

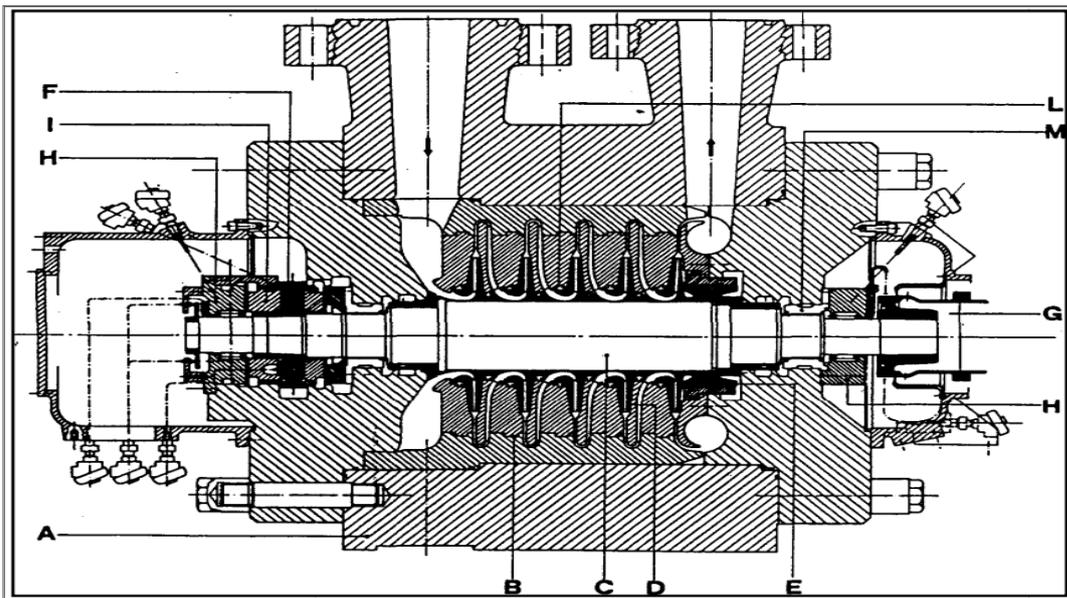


Figure III-4-2 : Description d'un compresseur centrifuge

III -4-3- CARACTERISTIQUES DE CONSTRUCTION DES COMPRESSEURS CENTRIFUGES :

Examinons maintenant les diverses composants, en faisant particulièrement attention aux techniques de construction, aux dimensionnements et aux matériaux utilisés. On peut citer les caractéristiques suivantes:

1. Corps

C'est l'enveloppe externe du compresseur, et comme on l'a déjà cité, il y a des corps ouverts horizontalement et des corps ouverts verticalement.

- **Corps ouverts horizontalement**

Les deux corps sont traditionnellement obtenus par fusion. Le choix du matériau dépend de la pression et de la température de fonctionnement, des diminutions du gaz à traiter et des limites imposées par les normes API. Lorsqu'on doit avoir recours aux aciers, pour la fusion de ces corps on utilise de l'acier ASMT A216 WCA.

Si le compresseur doit fonctionner à basse température, on utilise l'acier ASTM351 CA15' (13% Cr) ou bien CF8. Plus récemment on a la tendance à adopter une solution soudée présentant certains avantages par rapport à la fusion.

- **Corps ouverts verticalement**

Aussi bien, les enveloppes que les couvercles, les extrémités sont obtenues par forgeage afin de rendre le matériau plus homogène, et donc plus résistant en considération des pressions élevées auxquelles ces compresseurs doivent travailler.

Normalement, on utilise de l'acier au carbone adopté (0,2 ÷ 0,25% au lieu de 0,35%) qui est suffisant pour obtenir de bonnes caractéristiques mécaniques, et en même temps pour conférer des caractéristiques de soudabilité pour les compresseurs à très haute pression, on utilise au contraire un acier allié, ayant des caractéristiques mécaniques plus élevées.

Les bouches d'aspiration et de refoulement soudées au corps sont normalement forgées et sont du même matériau que celui-ci.

2. diaphragme

Les diaphragmes constituent le profilage fluo dynamique de la partie fixe du compresseur.

Ils sont divisés en quatre types : d'aspiration intermédiaires entre étage et de refoulement.

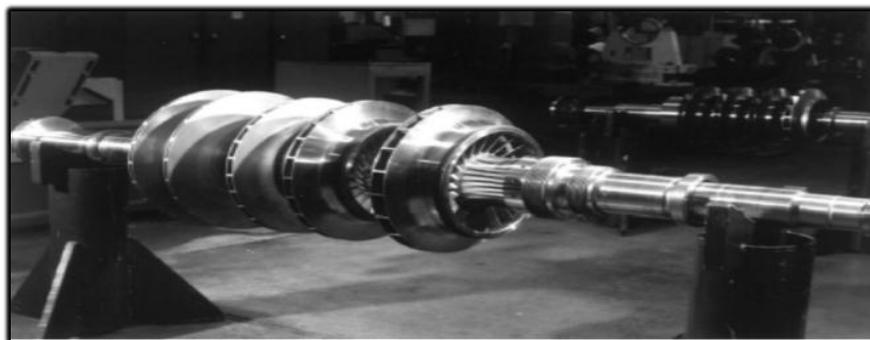


Figure 2- diaphragme

3. Rotor

C'est la partie mobile du compresseur qui se trouve dans le stator c'est un arbre en acier forgé sur lequel sont montés les roues et leurs entretoises le piston d'équilibrage, le moyeu d'accouplement, le collet de butée et éventuellement les parties tournantes d'étanchéité.

4. Arbre

L'arbre est constitué d'une partie centrale, normalement à diamètre constant, où travaillent les paliers et l'étanchéité d'extrémité.

L'arbre est dimensionné de manière à avoir la plus grande rigidité possible. Dans la constitution des arbres de n'importe quel type de compresseur, on utilise de l'acier 40NcrM07UNI. En réalité cet acier a des propriétés mécaniques meilleures que celles normalement demandées pour un service standard des arbres des compresseurs centrifuges .

5. Les roues

Les roues sont montées frettées sur l'arbre. Le serrage est suffisant pour assurer le contact entre la roue et l'arbre. Lorsque cette roue est soumise aux efforts liés à la rotation, les roues sont clavetées et positionnées axialement par leur entretoise. Les roues sont constituées généralement d'un moyeu et d'un flasque.

La conception et la fabrication des roues sont rigoureusement contrôlées. La résistance mécanique des roues constitue une des limitations à la vitesse de rotation. La limite pour la vitesse périphérique des roues est de 300 à 350 m/s, et peut être nettement plus basse quand le gaz est acide. Le matériau et ses traitements thermiques, pour les roues et tous les éléments en contact avec le gaz, sont choisis en fonction du gaz véhiculé (acide ou non). Pour leur construction, il faut un acier ayant des propriétés mécaniques élevées mais à faible pourcentage de carbone, pour obtenir une soudure de bonne qualité des aubes

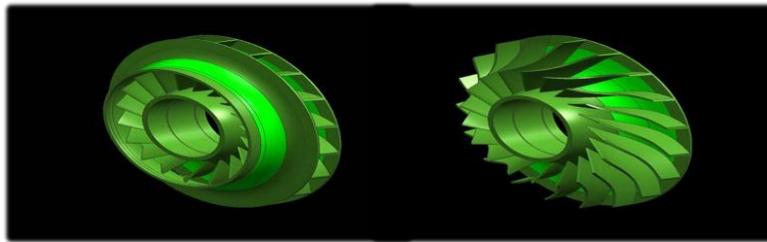


Figure 5. Les roues

6. Le piston d'équilibrage

Chaque roue a sur une partie de sa surface, d'un côté sa pression d'entrée et de l'autre sa pression de sortie. L'étanchéité entre ces deux pressions est réalisée en général par labyrinthe. Ceci crée une force axiale. La somme des forces axiales des roues donne une force non compatible avec les capacités de charge d'une butée hydraulique. Pour compenser les forces axiales des roues, un piston d'équilibrage est ajouté sur l'arbre. Le diamètre extérieur de ce piston est calculé pour équilibrer les forces axiales du rotor. Ce piston d'équilibrage a généralement d'un côté la pression de la dernière roue et de l'autre la pression

D'adsorption. Cette dernière est ramenée dans la chambre voisinant du piston par une tuyauterie externe au compresseur reliant cette chambre à l'aspiration du compresseur.

Ce dispositif a l'avantage de limiter les poussées axiales de roues, de permettre le fonctionnement des étanchéités de bout d'arbre à la pression d'aspiration, mais génère des recirculations internes diminuant le rendement poly tropique du compresseur.

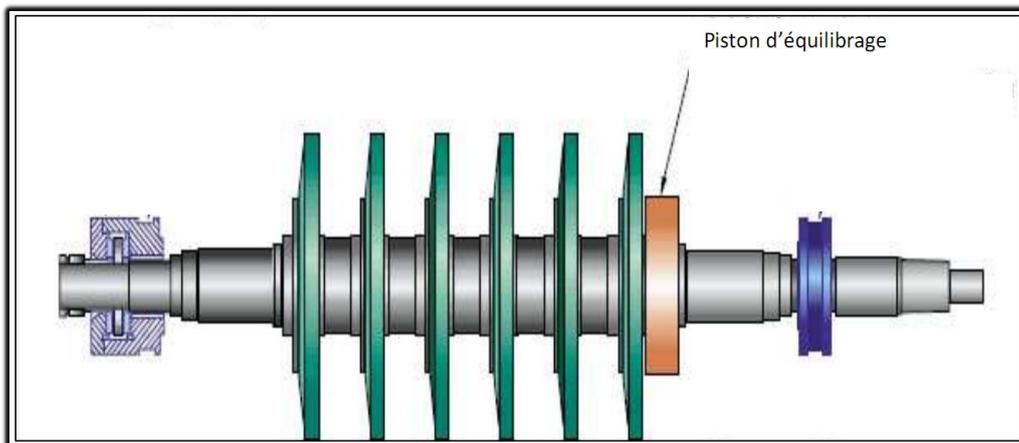


Figure 6. :Le piston d'équilibrage

7. Accouplement d'entraînement

L'accouplement sert à transmettre la puissance de la machine motrice au compresseur. Il peut être direct au moyen d'un multiplicateur de vitesse, suivant le type d'entraînement. Les accouplements flexibles sont les plus utilisés. Ils découplent correctement les comportements des vibrations de chacun des rotors.

Les accouplements à denture nécessitent une lubrification et introduisent des forces axiales importantes. Les accouplements à diaphragmes ou à membranes sont préférés car ils évitent ces deux inconvénients.

8. Collet du palier de butée

Le collet est construit en acier au carbone type C40, normalement il est monté hydrauliquement par ajustement forcé.

9. Douilles intermédiaires

Elles sont des manchons positionnés entre les roues. Elles ont un double but, le premier est celui de protéger l'arbre contre les fluides corrosifs, l'autre est celui de fixer la position relative d'une roue par rapport à l'autre.

Les douilles intermédiaires sont montées en force sur l'arbre avec une tolérance négative de (0,5 ÷ 1%).

10. Douilles sous les garnitures d'étanchéité à huile

Elles sont un acier au carbone revêtu de matériau de dureté élevée . Les douilles sont employées pour protéger l'arbre contre la corrosion et les rayures éventuelles et en outre, elles peuvent être remplacées facilement.

11. Paliers

Les paliers porteurs et butés sont du type à fort graissage; forcé. Ils sont logés à l'extérieur du corps du compresseur et peuvent être inspectés sans éliminer la pression à l'intérieur de corps.

- paliers porteurs (radiaux).
- butée axiale.
- paliers et butées magnétiques.

III -4-3- Utilisation du compresseur centrifuge :

Le compresseur centrifuge est utilisé dans des installations de fortes puissances de 1000 kW au minimum ce qui le destine à des utilisations réservées aux grands centres commerciaux ou industriels.

Une fois effectué l'achat de compresseur, celui-ci doit être utilisé et installé correctement :

Etape a suivre pour l'utilisation de compresseur	
Déballage	<ul style="list-style-type: none"> • Le déballage est une étape à ne pas négliger. • Retirez doucement les composants et assurez-vous qu'aucune pièce n'est endommagée ou manquante : si c'est le cas, contactez le fournisseur.
Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Le compresseur doit être placé dans un espace aéré. • Il ne faut jamais rien poser sur la machine. • Le local de stockage doit être à l'abri de l'humidité et du froid.
Alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • La prise secteur et l'éventuelle rallonge doivent correspondre aux indications électriques mentionnées sur la notice de l'appareil.
Mise a niveau	<ul style="list-style-type: none"> • Les compresseurs fonctionnant à l'huile utilisent un système de lubrification par « barbotage ». • Pour avoir un niveau d'huile suffisant, il faut placer l'appareil sur une surface plane, bien à l'horizontale. • SI ce n'est pas le cas, le système risque de gripper.

Tableau III -4-3- Utilisation du compresseur centrifuge

III-4-4- Risques liés à l'utilisation d'un compresseur (règles de sécurité) :

Pour bien manier l'appareil, reportez-vous aux consignes de sécurité et d'utilisation indiquées sur la notice. D'une manière générale, les consignes de sécurité soulignent différents risques.

Risques liés à l'utilisation d'un compresseur	
Explosion	<ul style="list-style-type: none"> • Un compresseur peut produire des réchauffements et des étincelles. • Il faut le placer dans un espace aéré et hors de portée de vapeurs d'essence, des soudures, et de produits chimiques (dissolvants, trichloréthylène et le chlorure de méthylène) ou inflammables.
Sur la santé	<ul style="list-style-type: none"> • L'air sous pression n'est pas approprié à la respiration. • Il convient de porter des lunettes et un masque de sécurité. • Il convient de tenir l'appareil éloigné des enfants.
Décharge électrique	<ul style="list-style-type: none"> • Une décharge peut être provoquée par le contact avec l'eau, la neige et l'humidité extérieure, les mains mouillées.
Brulure	<ul style="list-style-type: none"> • Ne jamais entretenir et manipuler le compresseur sans l'avoir débranché au préalable. • Ne jamais laisser l'appareil en fonction sans surveillance.

Tableau III-4-4-Risques liés a l'utilisation d'un compresseur

III-4-5- Conseils de montage et d'utilisation du compresseur

Voici quelques conseils pour le montage et la mise en route du compresseur :

Utilisation du compresseur :conseils

Montage	<p>Pour monter correctement un compresseur, il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> • visser les roues sur leur axe. • visser les culasses pour fixer les blocs de filtration. • brancher l'appareil à la prise adéquate.
1 ère utilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier le niveau d'huile et en ajouter si nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> ○ en bas du bloc de pompe se trouve un œillet en verre indiquant le niveau d'huile. ○ le bon dosage : la jauge se situe au centre du cercle. ○ le mauvais dosage : la jauge se situe en-dessous du cercle. ○ l'huile doit se placer à côté du bloc de pompe. • En général, le compresseur est livré avec un niveau d'huile ajusté.
Utilisation de l'appareil	<ul style="list-style-type: none"> • À vérifier aussi : la pression de sortie : tourner la molette du régulateur pour ajuster la puissance du jet en fonction de la surface. • l'interrupteur : doit être en position off. • le robinet de purge : doit être bien fermé. • . Pour utiliser l'appareil, il suffit de diriger le pistolet de projection vers la surface à traiter et de presser le bouton on. • Pour éviter la surchauffe, il convient de ne pas utiliser l'appareil trop longtemps. • Pour connaître le temps d'utilisation recommandé, voir la notice de l'appareil.
Après utilisation	<p>Après l'utilisation, il ne faut jamais couper le moteur en débranchant la pris</p> <ul style="list-style-type: none"> • presser le bouton off. • dévisser la vis de purge pour vider l'air. • débrancher l'appareil. • ranger soigneusement la cuve et ses accessoires dans un endroit aéré .

Tableau II-4-5-Conseils de montage et d'utilisation du compresse

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET APPLICATION DE LA METHODE HAZOP [6]

Le risque consiste en la prise en compte d'une exposition à un danger, un préjudice ou un autre événement dommageable, inhérent ou à une situation ou à une activité. Parallèlement à la prise de décision, la gestion des risques consiste en l'évaluation et l'anticipation des risques, ainsi qu'à la mise en place d'un système de surveillance et de collecte systématique des données pour déclencher les alertes.

Pour prévenir le risque, il faut d'abord le connaître et évaluer ses conséquences.

La gestion des risques peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées menées en vue de réduire les risques au niveau jugé acceptable. Cette gestion des risques est constituée de trois étapes :

- Analyse des risques
- Évaluation des risques
- Maitrise et réduction du risque

IV -1- ANALYSE DES RISQUES :

L'analyse du risque est définie 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 dangers 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 sécurités 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 vue de hiérarchiser les risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable.

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

- d'un niveau de probabilité que le dommage survienne,
- d'un niveau de gravité de ce dommage.

Bien entendu, l'acceptation de ce risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité du risque.

Il existe un grand nombre d'outils dédiés à l'identification des dangers et des risques associés à un procédé ou une installation.

Quelques-uns des outils les plus fréquemment utilisés sont :

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

Ces outils pris individuellement ou combinés permettent le plus souvent de répondre aux objectifs d'une analyse des risques portant sur un procédé ou une installation.

Il existe deux grands types de démarche en vue d'analyser les risques :
la démarche inductive et la démarche déductive.

Dans une approche inductive, une défaillance ou une combinaison de défaillances est à l'origine de l'analyse. Il s'agit alors d'identifier les conséquences de cette ou ces défaillances sur le système ou son environnement.

On dit généralement que l'on part des causes pour identifier les effets.

Les principales méthodes inductives utilisées dans le domaine des risques accidentels sont :

L'analyse préliminaire des risques, l'analyse des modes de défaillances et l'analyse porte sur l'identification des causes susceptible de conduire à cet état. On part alors des effets pour remonter aux causes. L'arbre des défaillances constitue une des principales méthodes déductives.

méthode	Approche	Domaine d'application
APR	Inductive	Installation les moins complexes étapes préliminaires d'analyse
HAZOP	Inductive	Système thermo-hydrauliques
AMDEC	Inductive	Sous-ensembles techniques bien délimités
Arbre d'événements	Inductive	Défaillances préalablement identifiées
Arbre des défaillances	Déductive	Événement redouté ou indésirables préalablement identifiées
Nœud papillon	Inductive Déductive	Scénario d'accidents jugé le plus critiques

Tableau IV -1 : Les principales méthodes d'analyse des risques

IV -2- HISTORIQUE ET DOMAINE D'APPLICATION DE LA METHODE HAZOP : [8]

La méthode HAZOP (Hazard and operability) a été développée par la société Imperial 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 « Eude 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 P&ID (Piping and Instrumentation Diagram).

IV -2- 1 PRINCIPE :

La méthode de type 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...

L'HAZOP 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 l'installation à la différence de l'AMDE qui est centrée sur les composants.

Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération (conceptuelle) des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction :

- de **mot-clé** comme par exemple « Pas de », « Plus de », « Moins de », « Trop de »
- des **paramètres** associés au système étudié. Des paramètres couramment rencontrés concernent la température, la pression, le débit, la concentration, mais également le temps ou des opérations à effectuer.

Mot-clé +paramètre =déviation

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

A l'origine, l'HAZOP n'a pas été prévue pour procéder à une estimation de la probabilité d'occurrence des dérives ou de la gravité de leurs conséquences. Cet outil est donc parfois qualifié de qualitatif.

IV -2-2- DEROULEMENT : [7]

Il convient pour mener l'analyse de suivre les étapes suivantes :

- 1) Dans un premier temps, choisir une ligne ou une maille. Elle englobe généralement un équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procédé identifié au cours de la description fonctionnelle.
- 2) Choisir **un paramètre** de fonctionnement,
- 3) Retenir **un mot-clé** et générer **une dérive**,
- 4) Vérifier que **la dérive** est crédible.
- 5) Identifier **les causes et les conséquences** potentielles de cette dérive.

- 6) Examiner les **moyens** visant à **détecter** cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets,
- 7) Proposer, le cas échéant, des **recommandations** et améliorations,
- 8) Retenir un nouveau **mot-clé** pour le même **paramètre** et reprendre l'analyse au point 3 ;
- 9) Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau **paramètre** et reprendre l'analyse au point 2
- 10) Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne et reprendre l'analyse au point 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Sécurité existantes	Propositions d'amélioration	Observations

Tableau IV -2 : Exemple Tableau HAZOP

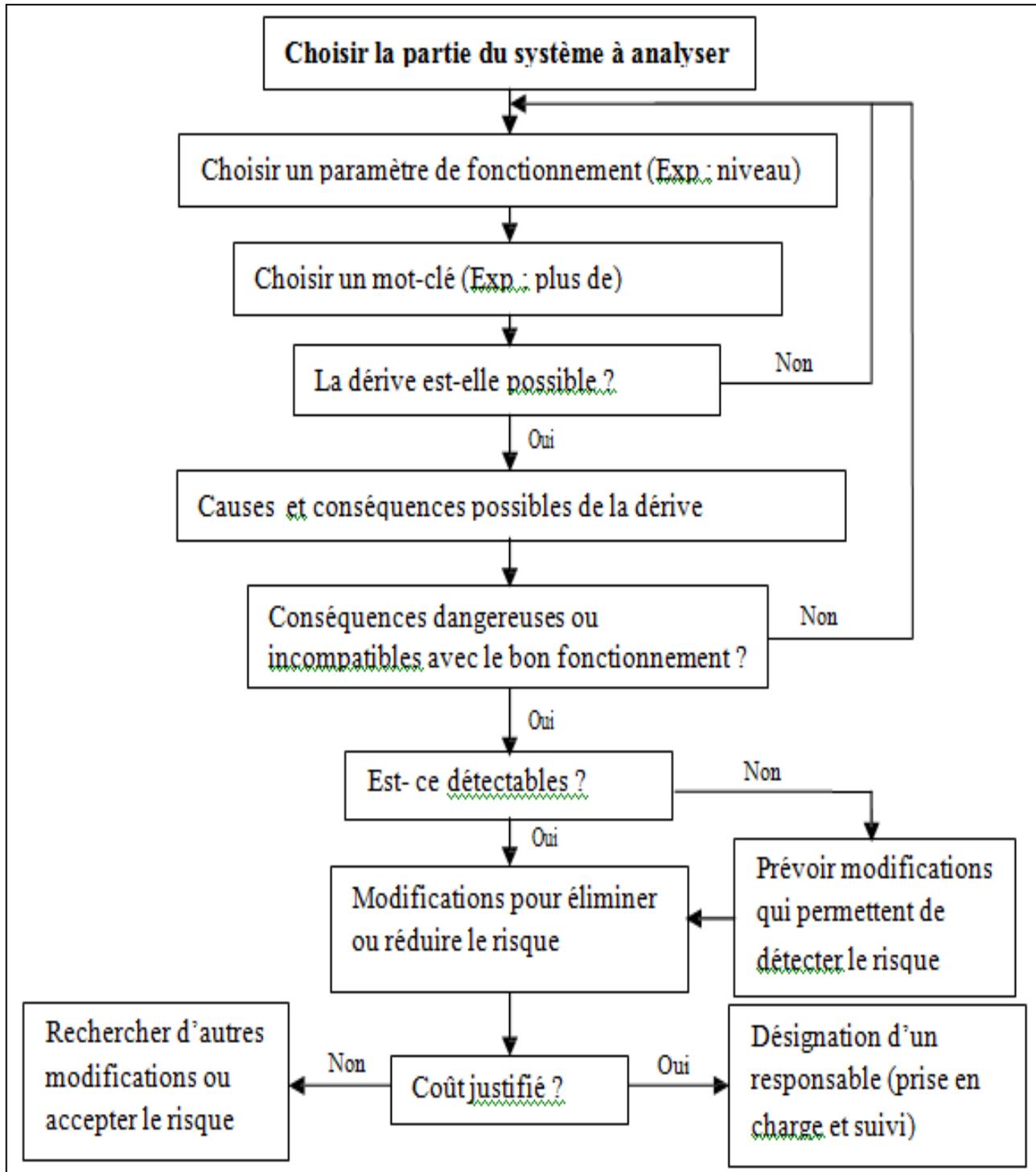


Figure IV – 2 : l’organigramme de déroulement de la méthode HAZOP

❖ Définition des mots-clés :

Les mots-clés, accolés aux paramètres importants pour le procédé, permettent de générer de manière systématique les dérives à considérer. Ces mots-clés sont repris dans le tableau ci-dessous.

Type de déviation	Mot-Guide	Exemples d'interprétation
Négative	NE PAS FAIRE	Aucune partie de l'intention n'est remplie
Modification quantitative	PLUS	Augmentation quantitative
	MOINS	Diminution quantitative
Modification qualitative	EN PLUS DE	Présence d'impuretés – Exécution simultanée d'une autre opération/étape
	PARTIE DE	Une partie seulement de l'intention est réalisée
Substitution	INVERSE	S'applique à l'inversion de l'écoulement dans les canalisations ou à l'inversion des réactions chimiques
	AUTRE QUE	Un résultat différent de l'intention originale est obtenu
Temps	PLUS TOT	Un événement se produit avant l'heure prévue
	AVANT	Un événement se produit après l'heure prévue
Ordre séquence	AVANT	Un événement se produit trop tôt dans une séquence
	APRES	Un événement se produit trop tard dans une séquence

Tableau IV -3 : Exemples de mot-clé

❖ Définition des paramètres :

Les paramètres auxquels sont accolés les mots-clés dépendent bien sûr du système considéré. Généralement, l'ensemble des paramètres pouvant avoir une incidence sur la sécurité de l'installation doit être sélectionné. De manière fréquente, les paramètres sur lesquels porte l'analyse sont :

- La température,
- La pression,
- Le débit,
- Le niveau,
- La concentration,
- Le temps,
- Des opérations à réaliser...

La combinaison de ces paramètres avec les mots clé précédemment définis permet donc de générer des dérives de ces paramètres.

Par exemple :

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

❖ Causes et conséquences du dérivé :

Le groupe de travail, une fois la dérive envisagée, doit identifier les causes de cette dérive, puis les conséquences potentielles de cette dérive.

❖ Moyens de détection, sécurités existantes et propositions :

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 à ces problèmes ou du moins définir des actions à engager pour améliorer la sécurité quant à ces points précis.

❖ Limites et avantages : [8]

Le HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique.

De plus, HAZOP est une technique compréhensive, identifie les causes, considère les conséquences, inclus les gardes de sécurité, considère les procédures opératoires, couvre les erreurs humaines, les résultats sont enregistrés, c'est une technique créative.

Elle identifier tous les dangers relatifs au processus, elle est rigoureuse et structurée.

Considérant, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDEC, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP permet difficilement 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 des 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.

IV -3- OBJECTIFS DE TRAVAIL :

Les objectifs de cette étude HAZOP sont :

- Identification des phénomènes majeurs qui peuvent se produire sur un compresseur par l'application de la méthode d'analyse des risques HAZOP.
- Identification des causes principales des scénarios et établissement des mesures de prévention pour éviter l'occurrence de ces types de scénario.
- En fin, la formulation des recommandations permettant de garantir un niveau de risque acceptable.

IV -4- DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT A ETUDIER COMPRESSEUR

K-101A : [2]

Les compresseurs boosters (A et B) de HBK, sont du type centrifuge et entraînés par des moteurs électriques, et à la sortie des compresseur, les refroidissements de refoulement (E-101-A / B) sont prévus pour refroidir le gaz comprimé. Les gaz refroidis provenant des deux trains de compression sont mélangés et envoyés à la station de Guellala à travers la tour de lavage de refoulement (V-103) où l'eau condensée est enlevée.

IV -4-1- Les caractéristiques de l'ensemble du compresseur :

- ❖ **Caractéristiques du moteur électrique :**

TYPE	ASYNCHRONE
P	2060 Kw
Voltage	5500 V
Fréquence	50 Hz
N	2902 tr/min

Tableau IV -4(a) : Les caractéristiques du moteur électrique du compresseur centrifuge

❖ **Multiplicateur :**

Le multiplicateur est à deux arbres avec deux roues dentées, le rapport du multiplicateur est de l'ordre de 4.5

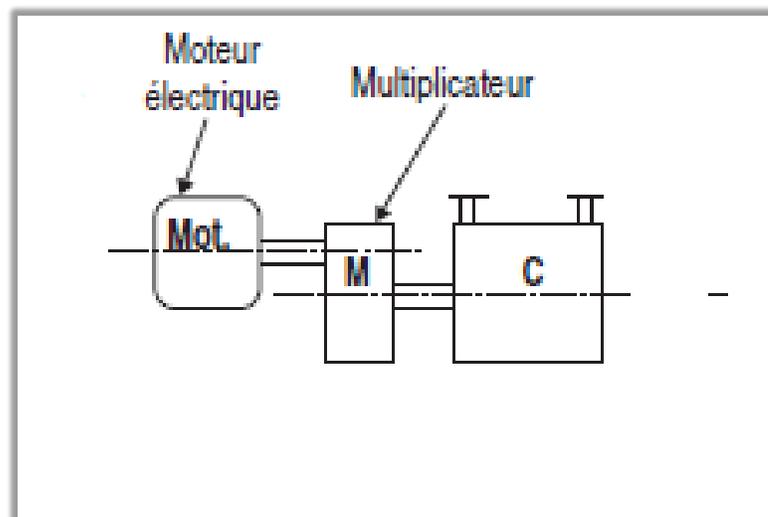


Figure IV -4 (a) : Schéma simplifié d'un multiplicateur qui entraîne le compresseur

❖ Système de graissage et d'étanchéité :

1- Circuit de l'huile de graissage :

Le bon fonctionnement du compresseur nécessite l'apport d'une quantité d'huile suffisante pour évacuer la chaleur dégagée par frottement et pour éviter le contact métal, dont le but d'éviter l'usure des paliers et de la butée.

Le système d'huile de lubrification est composé d'un réservoir, d'un filtre, d'un aérorefrigérant, d'une vanne de régulation de pression et d'autres accessoires de sécurité et de régulation.

L'huile est aspirée du réservoir et envoyée dans le circuit de lubrification par deux pompes, une principale et l'autre auxiliaire montée en parallèle, avec une soupape de surpression, et entraînées par des moteurs électriques. L'huile refoulée est refroidie par un aérorefrigérant équipé d'une vanne régulatrice de température qui a pour rôle de maintenir la température d'huile en aval de l'aérorefrigérant à 60°C.

A la sortie de l'aérorefrigérant l'huile passe par un filtre (pour ne maintenir en circulation que l'huile propre) puis par une vanne autorégulatrice de pression qui sert pour contrôler la pression d'huile de lubrification des paliers de l'ensemble (moteur- compresseur), et de la maintenir à une pression de l'ordre de 2,5 bars.

A la sortie de compresseur, l'huile est évacuée par gravité jusqu'au réservoir d'huile de lubrification dans une position loin de l'aspiration des pompes.

Un réservoir de secours en cas d'urgence est monté à trois (03) mètres au-dessus de l'axe du compresseur, dont sa taille est calculée pour assurer l'alimentation d'huile suffisante en cas de défaillance dans le système principal d'huile de lubrification ou en cas de coupure de courant électrique (fig. IV -4-1).

2- Système d'étanchéités en bout d'arbre du compresseur :

Les étanchéités placées aux deux extrémités de l'arbre (rotor) empêchent la sortie du gaz du corps du compresseur. L'étanchéité est assurée par une série d'étanchéité à labyrinthe (étanchéité interne) et une étanchéité à barrage d'huile (étanchéité externe).

2-1- Etanchéité interne :

Pour empêcher le retour du gaz entre les divers étages ainsi que le retour de gaz se trouvant au refoulement de chaque roue vers l'aspiration de celle-ci, on utilise des dispositifs d'étanchéité à labyrinthe, constitué par des anneaux composés de deux parties comprenant des liches (lames) en forme de couteau et qui sont positionnées très près de la périphérie du rotor. Les anneaux d'étanchéité sont en alliage léger, résistant à la corrosion, de dureté inférieure à celle de l'arbre et des roues afin d'éviter d'endommager ceux-ci en cas de contact accidentel.

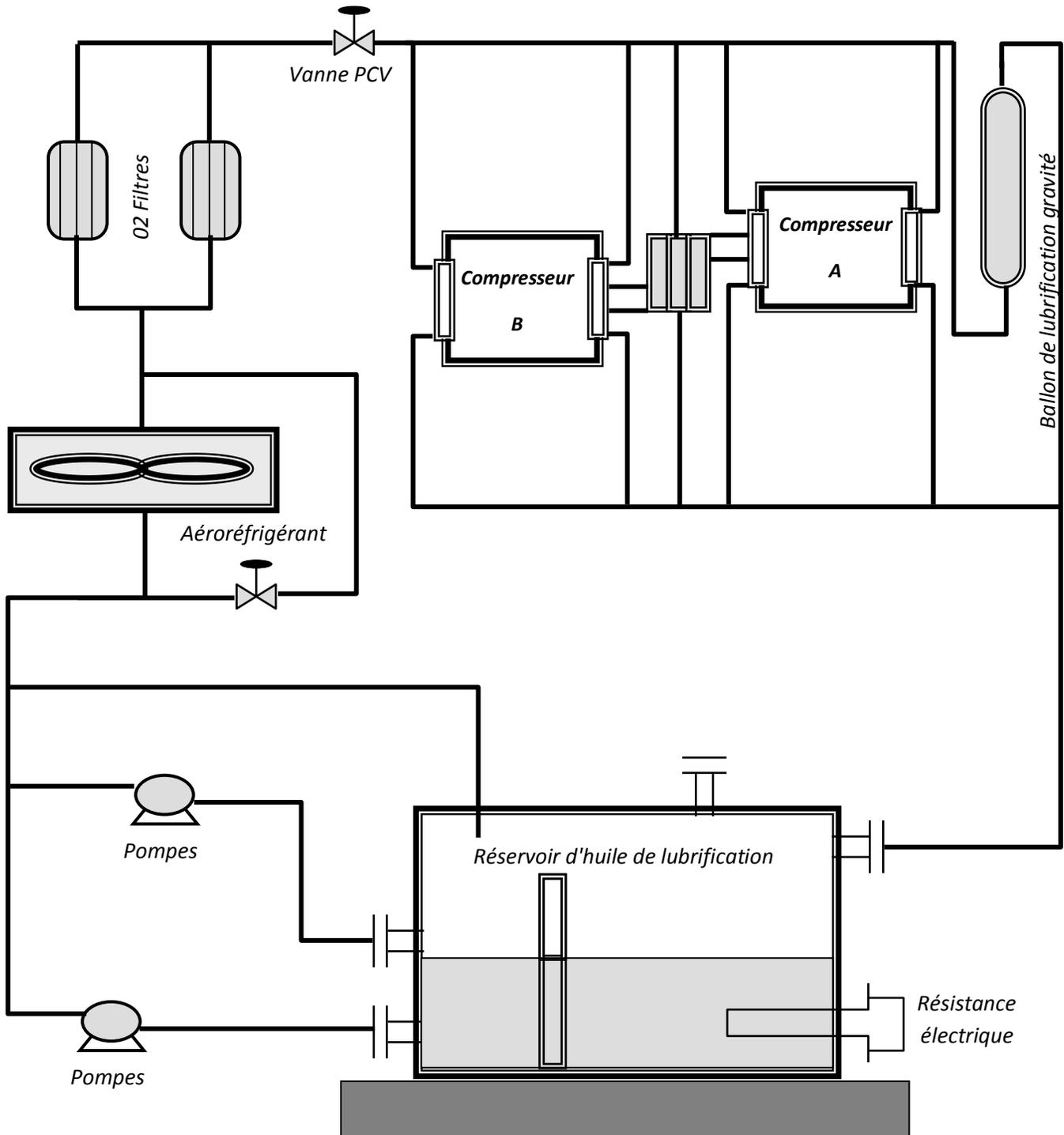


Figure IV -4-1 : Circuit de lubrification du compresseur centrifuge

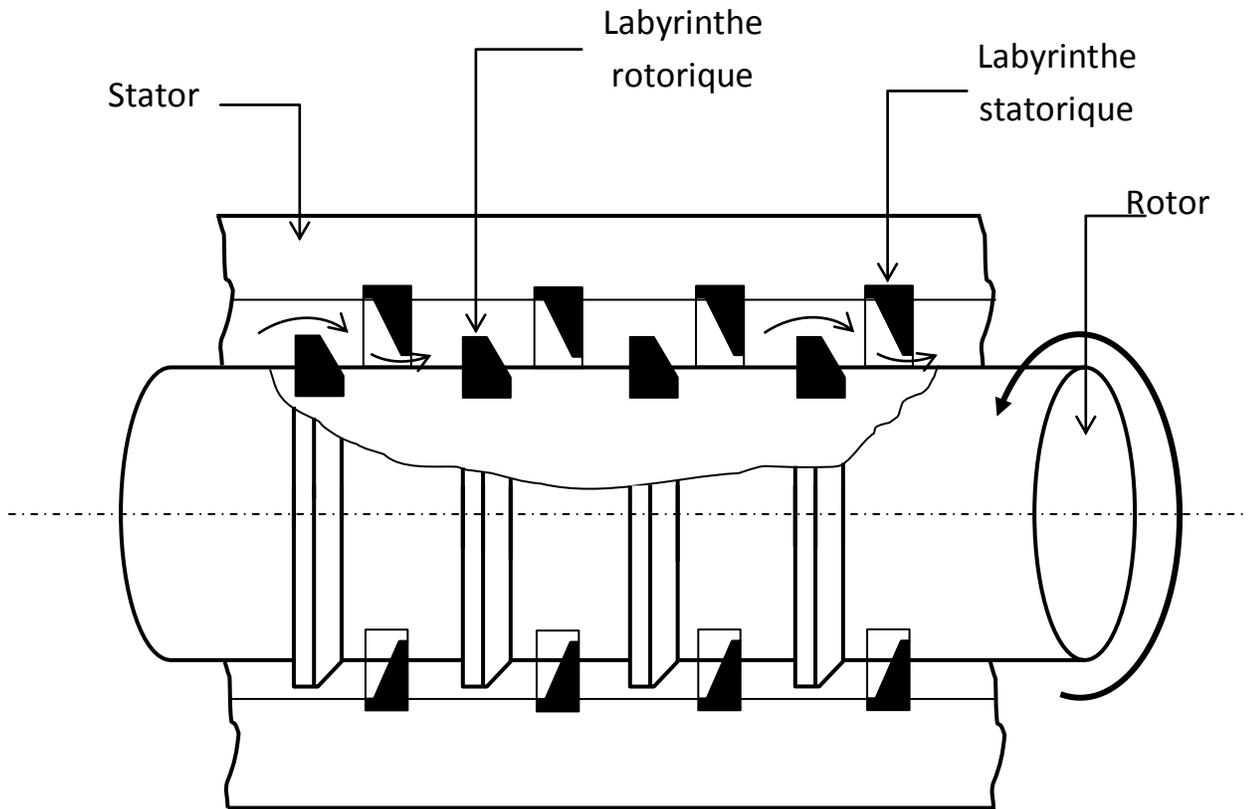


Figure IV -4 -2 : Etanchéité à labyrinthe en bout d'arbre

2-2- Etanchéité externe :

Pour empêcher la sortie du gaz vers l'extérieur à travers les deux extrémités du compresseur, on dispose d'un système d'étanchéité à barrage d'huile

L'étanchéité à barrage d'huile est constituée par trois ou plusieurs bagues en acier dont la partie intérieure est un métal antifriction, montées avec un jeu minimum sur l'arbre.

Les bagues flottent dans leurs logements et sont libres de suivre les mouvements en sens radial de l'arbre. Les deux bagues extérieures placées, l'une en face de l'autre, sont maintenues écartées

Par une série de ressorts plats de façon à fermer une chambre annulaire dans laquelle l'huile d'étanchéité est injectée légèrement supérieure à celle du gaz de la chambre immédiatement en amont de la bague interne.

L'huile destinée aux étanchéités du compresseur est prélevée soit du collecteur d'huile de lubrification, soit d'un système d'huile indépendant dit système d'huile d'étanchéité.

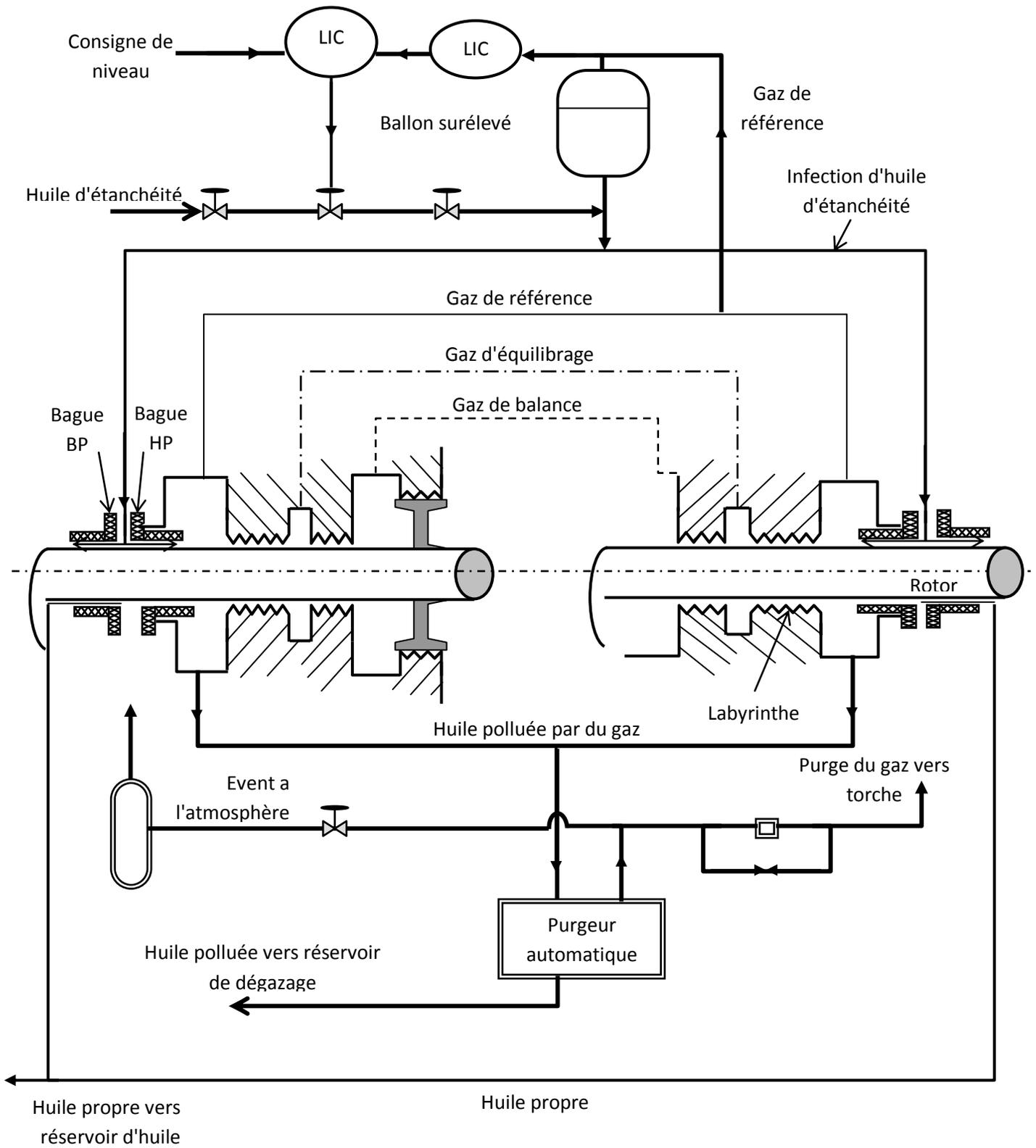


Figure IV - 4 - 2 : Circuit d'étanchéité à barrage d'huile

3- Protection Anti-Pompage :

L'exploitation d'un compresseur centrifuge pouvant conduire à des débits très variables, instantanément ou en marche stabilisée, il est indispensable de concevoir un système de protection qui protège automatiquement cette machine contre le pompage en cas de fonctionnement à bas débit, ce système de protection existe dans le BOOSTING de HBK.

Cette protection est un système qui devrait assurer dans tous les cas un débit minimal dans le compresseur au moyen d'une régulation commandant une vanne de recyclage (vanne anti-pompage).

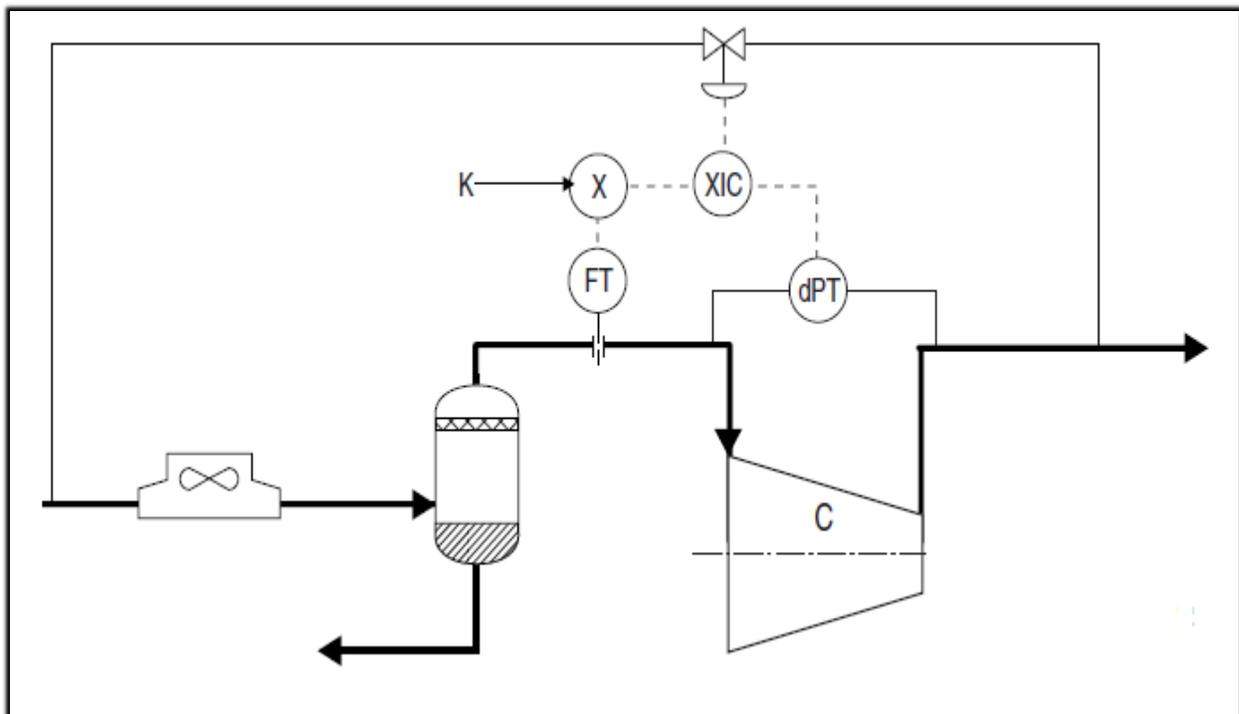


Figure IV-4-3 : Schéma représente la régulation de l'anti-pompage du compresseur Centrifuge

IV-5 - APPLICATION DE LA METHODE HAZOP (Tableaux HAZOP)

Après une période de recherche on a eu accès à une quantité d'information données par le service (instrumentation, maintenance, exploitation, électricité, sécurité) et à l'aide des P&D on a réalisé ces tableaux : les P&D sont représentés dans les figures suivantes :

IV-6- RESULTATS DE LA METHODE HAZOP :

D'après notre étude Hazop les deux principaux risques sont : l'explosion et l'électricité. Aussi nous procédons à leur description et leurs causes.

IV-6-1- L'EXPLOSION : [11]

IV-6-1-2-Définition :

Une explosion est la transformation rapide d'une matière en une autre matière ayant un volume plus grand généralement sous forme de gaz.

Plus cette transformation s'effectue rapidement, plus la matière résultante se trouve en surpression, en se détendant jusqu'à l'équilibre avec la pression atmosphérique elle crée un souffle déflagrant ou détonant, selon sa vitesse .

IV-6-1-2- Types d'explosion :

- **Déflagration :**

On parle de déflagration lorsque le front de flamme se déplace plus lentement que l'onde de choc.

-La vitesse du front de flamme est subsonique c'est-à-dire inférieur à la vitesse du son, soit **340 m/s** dans l'air à **15° (soit 1225 Km/h)** .

-Les gaz brûlés par la flamme déflagrante se déplaceront dans le sens opposés à celle-ci.

-La flamme d'un brûleur de gaz est un exemple de déflagration maîtrisée et équilibré

-la vitesse du front de flamme est égal à la vitesse d'entrée du gaz inflammable.

Une déflagration peut se transformer en détonation si le front de flamme s'accélère jusqu'à rattraper l'onde de choc.

- **Détonation :**

L'onde de choc et le front de flamme sont confondus ce qui a pour conséquence une augmentation considérable de la pression (suivit après d'une dépression), un déplacement

volume d'air très important et un bruit très élevé.

La vitesse de détonation est supersonique donc supérieur à 340 m/s. Mais les vitesses

de détonations sont plutôt de l'ordre de plusieurs Km/s.

Lorsque la vitesse de détonation d'un explosif dépasse 6050m/s on parle d'explosif brisant.

Notion de brisance :

-Si l'on prend le cas d'une charge explosive placé contre un mur.

-Si cette charge est déflagrante, le souffle de l'explosion sera dirigé dans le sens opposé au mur.

-Si cette charge est brisante, le mur sera perforé.

IV-6-2- LE RISQUE ELECTRIQUE DU MOTEUR ELECTRIQUE : [12]

Le risque électrique comprend le risque de contact, direct ou non, avec une pièce nue sous tension, le risque de court-circuit, et le risque d'arc électrique. Ses conséquences sont l'électrisation, l'électrocution, l'incendie, l'explosion.

Et dans notre cas le risque électrique existe au niveau de moteur électrique.

Un moteur électrique est une machine électromécanique capable de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique.il est capable de produire du courant électrique si on les fait tourner par un moyen mécanique.



Figure IV-6-2 : Moteur électrique

IV-6-2-1- Anomalies internes ou externes d'un moteur électrique

Un moteur peut être victime d'anomalies internes ou externes :

1. Anomalies internes :

- Anomalie mécanique : fatigue des paliers, il s'essouffler, s'échauffer. S'il s'arrête il ne redémarrera pas tout seul.
- Anomalie thermique : défaut de ventilation, grille de ventilateur bouchée. Le moteur chauffe, la température peut dépasser les valeurs admissibles pour les isolants et provoquer.

2. Anomalies externes :

- Surcharge due à la machine entraînée dans notre cas c'est le compresseur centrifuge.
- Blocage. Le courant devient très fort.
- Défauts dans l'alimentation électrique des coupures brèves et répétées, une baisse de tension, une phase manquante, sont des facteurs d'échauffement du moteur.

IV-7- ETUDE D'UN SCENARIO D'EXPLOSION [9]

IV-7-1-Scénario d'explosion d'un nuage gazeux par l'électricité statique :

L'événement analysé dans ce scénario concerne l'augmentation du débit dans le compresseur, qui peut provoquer une perte de confinement de gaz HP. D'autre une surcharge peut survenir sur le moteur dont le courant peut atteindre 220 Ampère. Dans le cas de dispersion du gaz et une fois, la limite inférieure d'explosivité atteinte, la présence d'une source d'ignition telle qu'une décharge électrostatique provenant du moteur pourrait provoquer une explosion.

Ce scénario est illustré par la **Figure IV-7**

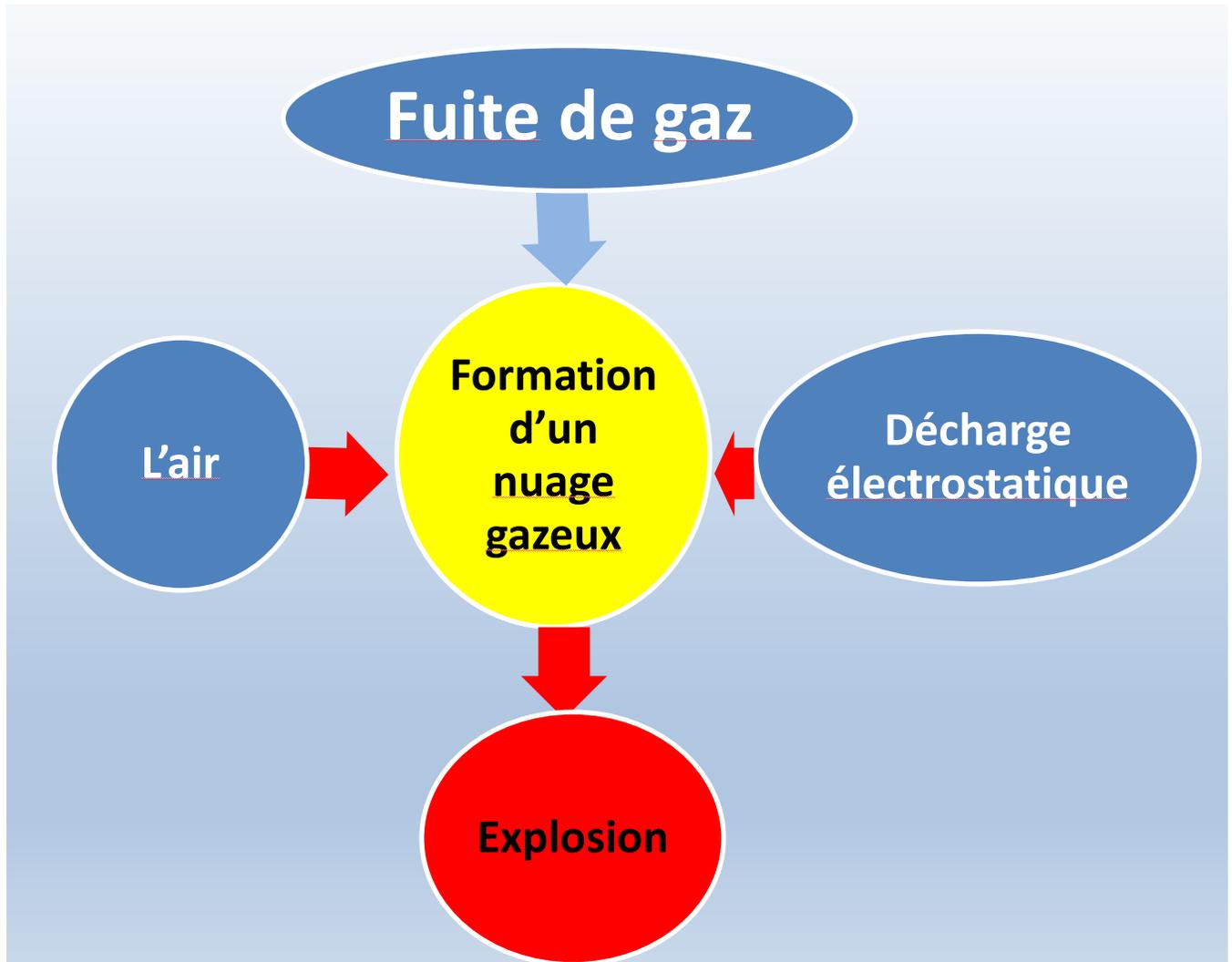


Figure IV-7-1 : Scénario d'explosion d'un nuage gazeux par l'électricité statique

1. Perte de confinement (fuite d'un gaz) :

La libération d'un produit à l'atmosphère peut conduire à la formation d'un nuage de gaz qui se disperse dans l'environnement.

2. L'électricité statique :

L'électricité statique est souvent le résultat d'une friction : prenons pour exemple le transport pneumatique de poudre non conductrice à travers des conduites en métal. De même, le déroulement rapide de feuilles en plastique, ou le vidage rapide d'un sac en plastique, peut engendrer des charges électrostatiques considérables

Dès qu'il y a une charge électrique, une décharge peut suivre. L'énergie qui l'accompagne peut provoquer une explosion. Il existe diverses sortes de décharges électrostatiques, chacune ayant un niveau d'énergie très différent :

- ❖ **Décharge de la foudre** : d'un nuage chargé vers la terre la foudre contient énormément d'énergie. Elle peut très facilement enflammer un environnement explosif.

- ❖ **Décharge d'étincelle** : se produit quand deux objets conductibles, dont l'un est chargé, viennent tout près l'un de l'autre. L'énergie dépend fortement de la taille de l'objet : un camion-citerne chargé qui se décharge peut générer une étincelle très forte.

Dans notre cas la décharge électrostatique est causé par la surcharge du moteur du compresseur. Malgré qu'il est relié à la mise à la terre :

IV-7-2- La mise à la terre : [11]

La mise à la terre, parfois simplement appelée « la terre », est l'ensemble des moyens mis en œuvre pour relier une partie métallique conductrice à la terre. La mise à la terre est un élément important d'un réseau électrique, que ce soit en haute ou basse tension. Elle est caractérisée par sa résistance ou son impédance, elle doit être capable d'assurer l'écoulement du courant de défaut ou de courant de foudre, sans se détruire par échauffement. Pour ces raisons, les mises à la terre ont pour but d'éliminer des potentiels anormaux sur les masses. Pour une installation ou une structure de faible étendue, on emploie l'expression « prise de terre », en réservant le terme « réseau de terre » à l'installation importante telle que celles des postes.

La mise à la terre doit assurer la sécurité des personnes en cas de contact accidentel avec les corps et les carcasses des machines de sous tensions en cas de la tension de pas.

IV-7-2-1- Fonctionnement de la mise à la terre :

- ❖ Dans le cas où la carcasse n'a aucun lien avec la mise à la terre le contact de l'homme avec la carcasse est équivalent au contact direct avec la phase
- ❖ Si la carcasse est reliée au dispositif mise à la terre, la tension maximale apparaît sur une carcasse.

IV-7-2-2- But de la mise à la terre :

- ❖ Ecoulement au sol des charges électrostatiques produites par frottement des pièces en contact et par la manipulation des hydrocarbures.
- ❖ Ecoulement au sol des courants de foudre.
- ❖ Ecoulement des courants de défaut.

IV-7-2-3- Domaine d'application de la mise à la terre :

La mise à la terre est efficace uniquement lorsque l'intensité du courant de fuite à la terre diminue en diminuant la résistance de la mise à la terre, cela est possible :

- ❖ Dans les réseaux de tension inférieure à **1000 V** à neutre isolé.
- ❖ Dans les réseaux de tension supérieure à **1000 V** à neutre isolé et à neutre mis directement à la terre.

IV-7-3- PROTECTION CONTRE LE DANGER ELECTRIQUE :

IV-7-3-1- Calcul de la résistance de la mise à la terre existante au Haoud Berkaoui

Données :

- Puissance de l'alimentation des transformateurs est égale a :**2060 KVA**.
- Tension des moteurs :**5500 V**
- Résistivité du sol : **50 Ω.m**.
- Nombre de piquets de terre :**10**
- Longueur d'un seul piquet : **5 m**
- Diamètre d'un seul piquet :**0.03 m**
- Profondeur d'enfoncement du piquet dans le sol T_0 :**1 m**
- La position des piquets est : verticale
- La répartition en boucle

La résistance de la mise à la terre ne doit pas dépasser :

- 10 Ω** pour les transformateurs de puissance ≤ 100 KVA
- 4 Ω** pour les transformateurs de puissance ≥ 100 KVA
- 0.5Ω** pour les installations électriques de tension > 1000 V a intensité élevée des courant de fuite à la terre.

IV-7-3-2- Le calcul de la mise à la terre :

Dans ce cas la puissance est ≥ 100 KVA donc la résistance de la mise à la terre $R_{mt}=4 \Omega$ et les piquets de terre sont implantés verticalement donc le calcul de la mise à la terre s'effectue de la manière suivante :

-la résistance d'un seul piquet :

$$RP = \rho/2\pi L (\ln(2L/d) + 0.5\ln(4T + L/4T - L))$$

L : longueur du piquet

$$T=T_0+L/2$$

T₀ : profondeur d'enfoncement du piquet dans le sol, m

D : diamètre du piquet, m

P : résistivité du sol $\Omega.m$

$$RP = 50/2 * 3.14 * 5(\ln((2 * 5)/0.03 + 0.5\ln((4 * 3.5 + 5)/(4 * 3.5 - 5)))$$

$$Rp = 9.85 \Omega$$

Pour l'assemblage des piquets de terre on utilise une bande en acier de largeur $b \geq 30 \text{ mm}$

Et d'épaisseur de 4 m

On détermine la longueur de la bande d'assemblage :

$$Lb = 1,05 . a . n$$

N : nombre de piquets

A : distance entre piquets d'après le tableau suivant

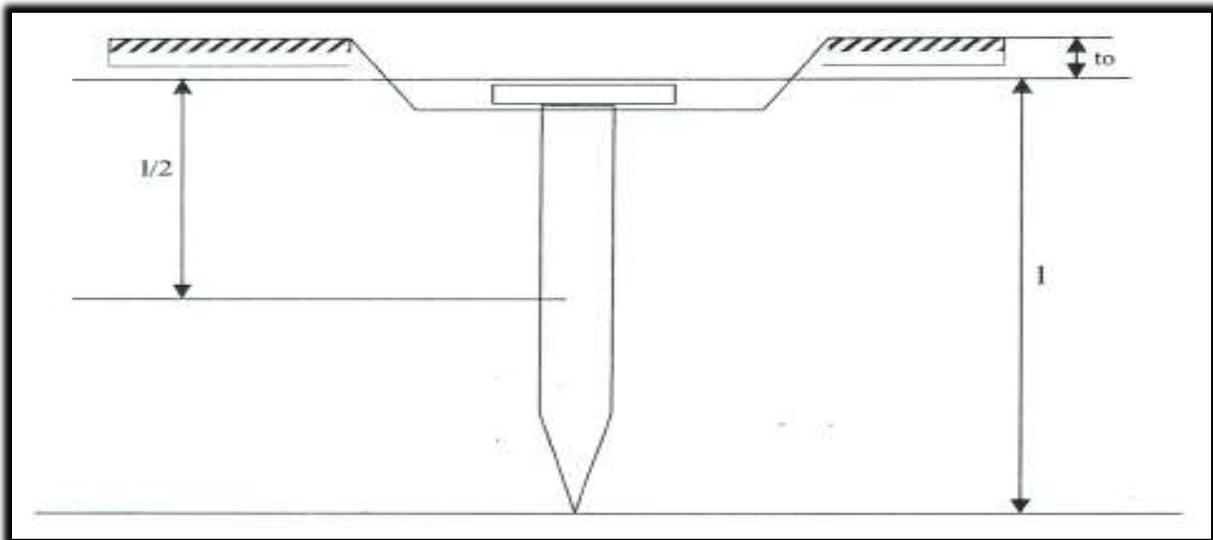


Figure IV-7-3 : La position d'un seul piquet

Nombre de piquets	N_p :le coefficient d'utilisation des piquets					
	La répartition des piquets en ligne			La répartition des piquets en boucle		
a /L	1	2	3	1	2	3
4	0.73	0.83	0.89	0.69	0.78	0.85
6	0.65	0.77	0.85	0.61	0.73	0.80
10	0.59	0.74	0.81	0.56	0.68	0.76
20	0.48	0.67	0.76	0.47	0.63	0.71
40				0.41	0.58	0.65
60				0.39	0.55	0.64
100				0.36	0.52	0.62

Tableau IV-7-2-1- la représentation des coefficient d'utilisation des piquets

Pour **10** piquets on a choisi le rapport de la distance entre piquets **a/L=1** donc

$$Lb = 1,05.5.10$$

$$Lb = 52.5 \text{ m}$$

On détermine la résistance de la bande d'assemblage :

D'abord on détermine R_b'

$$Rb' = \rho / (2\pi Lb) \ln(Lb^2 / b T)$$

$$Rb' = (50/2 * 3.14 * 68.25) \ln(68.25^2 / 0.03 * 3.5)$$

$$Rb' = 1.54 \Omega$$

Donc la résistance de la bande d'assemblage :

$$Rb = Rb' . Ks / Nb$$

K_s : c'est le coefficient de saison $K_s = 1 \div 1.75$ et on a choisi 1.75

N_b : le coefficient d'utilisation de la bande d'assemblage.

On le détermine d'après le tableau suivant :

Nombre de piquets	N_b					
	La répartition des piquets en ligne			La répartition des piquets en boucle		
a /L	1	2	3	1	2	3
2	0.85	0.94	0.96			
4	0.77	0.84	0.92	0.45	0.55	0.70
6	0.72	0.80	0.88	0.40	0.48	0.64
10	0.62	0.87	0.82	0.34	0.40	0.56
20	0.42	0.63	0.68	0.27	0.32	0.45
40				0.22	0.29	0.39
60				0.20	0.27	0.36
100				0.19	0.23	0.33

**Tableau IV-7-2-1(a) :la représentation des coefficient d'utilisation de la bande
D'assemblage**

Dans ce cas $N_b=0.34$

$$R_b = (1.54 * 1.75)/0.34$$

$$R_b = 7.93 \Omega$$

- La détermination de la résistance calculée :

$$R_{calculée} = (R_p * R_b)/(R_p + R_b)$$

$$R_{calculée} = (9.85 * 7.93)/(9.85 + 7.93)$$

$$R_{calculée} = 4.39 \Omega$$

Donc : la relation $R_{calculée}=(R_p * R_b)/(R_p + R_b) > R_{mt}$ n'est satisfaite

Nous remarquons que la valeur de la résistance de la mise a la terre de moteur n'est pas satisfaite donc il faut augmenter le nombre de piquets.

IV-7-3-2- Le nouveau calcul avec augmentation de nombre de piquets :

Données :

- Puissance de l'alimentation des transformateurs est égale a :**2060 KVA.**
- Tension des moteurs :**5500 V.**
- Résistivité du sol : **50 Ω .m.**
- N_p :le coefficient d'utilisation des piquets : **0.47.**
- Nombre de piquets de terre :**20.**
- Longueur d'un seul piquet : **5 m.**
- Diamètre d'un seul piquet :**0.03 m.**
- Profondeur d'enfoncement du piquet dans le sol T_0 :**1 m.**

- La position des piquets est : verticale .
- La répartition en boucle .

pour l'assemblage des piquets de terre on utilise une bande en acier de largeur $b \geq 30 \text{ mm}$ et d'épaisseur de 4 m .

on détermine la longueur de la bande d'assemblage :

$$Lb = 1,05. a. n$$

n :nombre de piquets.

a :distance entre piquets d'après le tableau suivant .

Pour **20** piquets on a choisi le rapport de la distance entre piquets $a/L=1$ donc :

$$Lb = 1,05. 5. 20$$

$$Lb = 105 \text{ m}$$

On détermine la résistance de la bande d'assemblage :

D'abord on détermine R_b'

$$Rb' = \rho / (2\pi Lb) \ln(Lb^2 / b T)$$

$$Rb' = (50/2 * 3.14 * 105) \ln(105^2 / 0.03 * 3.5)$$

$$Rb' = 0.88 \Omega$$

Donc la résistance de la bande d'assemblage :

$$Rb = Rb'. KS / Nb$$

K_s : c'est le coefficient de saison $K_s=1\div 1.75$ et on a choisi **1.75**

N_b :le coefficient d'utilisation de la bande d'assemblage .

On le détermine d'après le tableau précédent :

Dans ce cas $N_b=0.47$

$$R_b = (0.88 * 1.75)/0.47$$

$$R_b = 3.28 \Omega$$

- La détermination de la résistance calculée :

$$R_{calculée} = (R_p * R_b)/(R_p + R_b)$$

$$R_{calculée} = (9.85 * 3.28)/(9.85 + 3.28)$$

$$R_{calculée} = 2.46 \Omega$$

Donc :la relation $R_{calculée}=(R_p * R_b)/(R_p + R_b) \leq R_{mt}$ est satisfaite

Donc, ce dispositif de la mise à la terre nous assure une meilleure protection ainsi que sa facilité de réalisation par rapport à celui existant.

CONSLUSION GENERALE :

L'analyse des risques est importante pour chaque installation et procédé, car elle nous permet d'identifier les scénarios d'accidents majeurs et les principales causes d'accident ou d'incident.

Notre étude est basée sur la méthode « HAZOP » qui nous a permis de déceler les causes et les conséquences des événements, liés à l'exploitation de compresseur, présentant des effets néfastes, pour la sécurité de compresseur.

Le choix de SONATRACH (Haoud Berkaoui) pour notre étude pratique, nous a permis de découvrir le milieu industriel et de mettre en œuvre sur terrain une méthode d'analyse des risques qui est la méthode « HAZOP ».

Ainsi, nous nous sommes proposés d'appliquer cette méthode sur le compresseur en identifiant tous les risques possibles, leurs causes et conséquences des événements.

Ces événements sont associés à des déviations des paramètres de fonctionnement, notamment de température, de pression, de niveau et de débit.

- ❖ Ces déviations provoquent des défaillances des différents équipements de compresseur affectant ainsi, sa sécurité.
- ❖ Quant au mauvais fonctionnement, elle est due aux modifications de la charge, provoqués également par les déviations des paramètres de fonctionnement

Cette méthode d'analyse des risques nous a permis d'identifier deux principaux risques qui sont l'explosion et le risque électrique, qui peut provoquer l'explosion en présence d'un gaz suite à une fuite. Dans ce cas nous proposons d'améliorer le dispositif de la mise à la terre pour éviter l'excès de la décharge électrostatique.

RECOMMANDATIONS

RECOMMANDATIONS :

L'application de la méthode HAZOP a montré que le système compresseur centrifuge est exposé à des risques d'explosion et d'incendie.

Nous proposons des solutions et des actions d'amélioration, des consignes générales pour maîtriser la situation après l'analyse de la situation actuelle.

Parmi ces consignes, on note :

- La prévention des défaillances humaines (manipulation et négligence) passe d'abord par la compétence ; il faut former correctement les opérateurs (exploitation , maintenance et sécurité ...) , et améliorez vos connaissances en matière de HSE , par la sensibilisation des opérateurs sur les risques existant au niveau de compresseur (la culture personnelle) surtout les nouveaux recrétés , et les intégrer avec les anciens opérateurs avant leur retraites , afin de profiter de leurs grandes expériences.
- On a vu que les erreurs humaines liées aux opérations d'entretien (débouchage des pipe-lines par un élément de l'inox), engendrent des dégâts catastrophiques, alors il faut respecter les conditions de base et faire déboucher les pipe-lines par l'aluminium pour éviter les étincelles.
- Renforcer le système anti-incendie par l'installation d'un autre système qui assure le déchargement de maintien pour refroidir les racines de paroi du système pour ne pas engendrer un autre incendie ou bien explosion.
- Renforcer le système de détection et surtout les détecteurs de gaz pour capter les fuites.
- On propose un deuxième ballon de refoulement, en cas d'augmentation de débit au but de protégé le ballon de refoulement V-103A contre l'incendie et l'explosion.

RECOMMANDATIONS

- On propose aussi d'installer des soupapes à la sortie de chaque ballon en cas de la saturation des démusteurs afin d'éviter les explosions des ballons.
- Protéger les canalisations, les soupapes de gaz contre la corrosion.
- Assurer l'Inspection le nettoyage et la vérification périodique des systèmes d'étanchéité les aéroréfrigérant ainsi que les pompes de lubrification du compresseur.
- Améliorer le dispositif de la mise à la terre de la station BOOSTING par l'augmentation du nombre des piquets ; installer une ligne d'arrosage d'eau au sol pour faire augmenter sa résistivité.
- Généraliser le système de télésurveillance pour toutes les installations du centre de production HBK.
- Assurer la disponibilité des moyens d'intervention au niveau du centre de production.
- Délimiter la zone de la station BOOSTING par l'affichage des plaques de signalisation.

Enfin nous souhaitons que toutes ces consignes soient prises en compte par les responsables de l'unité BOOSTING.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] :FICHER DE PRESENTATION DU CHAMP DE HAUD BERKAOUI,2000
- [2] :MANUEL D'EXPLOITATION DE PROCEDE DE HAUD BERKAOUI
- [3]P&D CENTRE DE PRODUCTION HBK DWG N° :8578-HBK-PID-DW-1125A
- [4] : PII PLAN INTERNE D'INTERVENTION-DP PRODUCTION
MANUEL DE FORMATION DNV ENERGY VERSION 7
- [5]DOCUMENT SYSTEME FEU ET GAZ HAUD BERKAOUI
- [6] : LES EQUIPEMENTS DE PROCEDES LES MACHINES TOURNANTES MR
HAKIM YAHIAOUI IAP UFO EN SIE 2013
- [7] :MEMOIRE MAGISTER THEME ORDONNANCEMENT DE LA
MAINTENANCE ET RISQUE ASSOCIES PAR MR SAKHRI LARNENE KAMEL
UNIVERSITE HADJ LAKHDAR BATNA
- [8] : FORMALISATION DES OUTILS DU SAVOIR ET DES OUTILS DANS LE
DOMAINE DES RISQUES MAJEURS (DRA-35) Ω-7 METHODE D'ANALYSE DES
RISQUES GENERE PAR DES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES INERIS
- [9] :DET NORSE VERITAS RAPPORT POUR SONATRACH DP ÉTUDE DE
DANGERS
- [10] :RAPPORT DNV ENERGY ETUDES « RISK ASSISENT » DES UNITES
INDUSTRIELLES DE LA DIVISION PRODUCTION « ANALYSE DE RISQUES »
SONATRACH DP –HAUD BERKAOUI
N° RAPPORT EP002715 – N° 16 REV.
- [11] :DOCUMENTATION TECHNIQUE HSE -IFP TRAINING 2005.
- [12] : INRS RISQUES ELECTRIQUES.
- [13] : MEMOIRE DE MAGISTER THEME MODELISATION ET SIMULATION DES
PRISES DE TERRE DANS LES SYSTEMES ELECTRIQUES PRESENTE PAR MR
ZIDANE ZINE ABIDDINE.