

**Université KASDI-MERBAH Ouargla**

**Faculté des sciences appliquées**

**Département de Génie des Procédés**



## **Mémoire**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de  
MASTER ACADIMIQUE**

**Domaine : Sciences et Technologies**

**Filière : Génie des Procédés**

**Spécialité : Génie Chimique**

Présenté par : **HATHAT** Azzeddine

**TLIBA** Houcem

## **Thème**

**Contribution à l'augmentation de la protection des fours  
H850 & H401 à l'unité de traitement de gaz,  
Guellala, Haoud Berkaoui.**

Soutenu publiquement le : 26 Juin 2018

Devant le jury composé de :

Mr. D. ZERROUKI	MAA	Président	UKM Ouargla
Mr. O. BACHA	MCA	Examineur	UKM Ouargla
Mr. N. CHENNOUF	MCA	Rapporteur	UKM Ouargla

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2017/2018**

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail À :*

*Mes chers parents que dieu les garde.*

*Ma femme pour sa patience et son encouragement.*

*Mes chers frères, sœurs et adorables enfants.*

*À tous ceux qui sèment le bonheur sur mon chemin.*

*Azzeddine.*

*Je dédie ce travail de fin d'études À :*

*Mes chers parents pour leur soutien et leur prière  
tous au long de mes études.*

*Ma femme pour son encouragement et sacrifices.*

*Mes chers frères et mes adorables enfants.*

*Tous ceux qui me sont chers et proches.*

*Houcem*

## *Remerciements*

En premier lieu, nous tenons à remercier notre Dieu, notre créateur, pour le courage et la patience qu'il nous donné pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer ensuite :

- La profonde gratitude et reconnaissance à notre encadreur ***Dr. Chennouf Nasreddine*** pour leurs efforts, leurs conseils, avertis et leur disponibilité.
  - Les vifs remerciements à monsieur le président de jury et messieurs les membres du jury qui ont accepté de juger ce modeste travail.
  - Les meilleures remerciements au chef de département génie des procédés et tous le staff administratif.
  - À tous les enseignants du cursus universitaire master génie chimique.
  - À Monsieur : Djebbar Abdelkrim : Chef de Division HSE/HBK.
  - À Monsieur : Aichouch Redha : Ingénieur exploitation à Guellala.
  - À Monsieur : Touati Lassaad : Ingénieur Instrumentation à Guellala.
  - Sans oublier tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.
-

## *Table de Matières*

Liste des abréviations .....	I
Liste des tableaux .....	II
Liste des figures .....	II
<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 1 : Description de l'unité de traitement de gaz à Guelala, Haoud Berkaoui.</b>	
1.1 Introduction .....	02
1.2 Situation géographique .....	02
1.3 Historique de production .....	03
1.4 Organisation de la région .....	04
1.5 Production de la région.....	05
1.6 Les principaux champs et centres de production .....	07
1.7 Description de l'Unité de traitement de gaz/Guellala Centre .....	09
1.7.1 Unité de traitement d'Huile .....	10
1.7.2 Section Boosting .....	10
1.7.3 Section déshydratation/stabilisation .....	12
1.7.4 Section fractionnement.....	12
1.7.5 Section réfrigération .....	12
1.7.6 Section compression.....	13
1.7.7 Utilités .....	13
1.8 Conclusion.....	14
<b>Chapitre 2 : Les fours tubulaires : théorie et problématique.....</b>	<b>15</b>
2.1 Théorie des fours tubulaires .....	15
2.1.1 Généralités.....	15
2.1.2 Les usages de fours tubulaires.....	15
2.1.3 Constitution des fours tubulaires .....	16
2.1.4 Rendement du four .....	17
2.1.5 Conditions nécessaires à la combustion .....	17
2.1.6 Chaleur de la réaction de combustion .....	18
2.1.7 Types des combustibles.....	18
2.1.8 Instruments de controle .....	19
2.1.9 Décokages des tubes du four .....	20
2.1.10 Tirage.....	20
2.1.11 Précautions concernant la sécuritédu personnel.....	20
2.1.12 Les fours et l'environnement.....	21
2.2. Problématique : la protection des fours H850 & H401 en question.....	22
2.2.1 Description des fours H850 & H401 .....	22
2.2.2 Problématique.....	27
<b>Chapitre 3 : Philosophie de sécurité .....</b>	<b>30</b>
3.1 Introduction .....	30
3.2 Critères de conception de sécurité.....	30
3.3 Codes – Normes - Standards .....	31
3.4 Philosophie pour l'implantation .....	31

3.5 Les systèmes électriques .....	32
3.6 Les systèmes d'arrêt d'urgence .....	32
3.6.1 Objectifs du système d'arrêt d'urgence .....	32
3.6.2 Architecture de l'arrêt d'urgence.....	33
3.7 Système de détection d'incendie et de gaz .....	33
3.7.1 Détection d'incendie .....	33
3.7.2 Détection de gaz inflammable .....	34
3.7.3 Boutons poussoirs.....	34
3.7.4 Système d'alarme .....	35
3.8 Système de protection d'incendie.....	35
3.8.1 Protection d'incendie active .....	35
3.8.2 Protection d'incendie passive .....	36
3.9 Matériels de sécurité.....	36
3.10 Protection de l'environnement .....	37
<b>Chapitre 4 : Contribution à l'augmentation de la protection des fours H850 &amp; H401.....</b>	<b>38</b>
4.1 Introduction .....	38
4.2 Dimensionnement d'un système d'étouffement à l'azote.....	38
4.2.1 Calcul des volumes des fours H850 & H401 .....	38
4.2.2 Exigences de la règle APSAD /R13 pour l'utilisation de l'agent extincteur .....	40
4.2.3 Calcul des débits massiques de l'agent extincteur (l'azote).....	40
4.2.4 Calcul des volumes des capacités d'étouffement .....	44
4.2.5 Calcul des épaisseurs des ballons d'étouffement .....	46
4.2.6 Calcul le nombre des bouteilles d'azote .....	50
4.3 Proposition d'un système d'isolement des fours H850 & H401 .....	51
4.3.1 Les améliorations préconisées pour améliorer la régulation des fours .....	51
4.3.2 Logigrammes du système fire and gas pour H850 .....	53
4.3.3 Logigrammes du système fire and gas pour H401 .....	55
4.4 Evaluation économique .....	57
4.5 Résultats et discussions .....	58
Conclusion générale. ....	61
Références bibliographiques .....	62
Annexes .....	63

## *Liste des abréviations*

- ALARP:** As low as reasonably practicable (risque tolérable)
- ALF :** Alarme Acoustique et Visuelle par Feu
- ALG :** Alarme Acoustique et Visuelle par Gaz de méthane
- APSAD:** Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurance Dommages
- BKH :** Benkahla
- BP :** Basse Pression
- CFPA :** Compagnie Française de Pétrole Algérien
- DCS :** Système de contrôle distribué
- DNV :** Det Norske Veritas (La Fondation indépendante norvégienne)
- DRT:** Draa tamera
- ESD:** Emergency shut down (arrêt d'urgence)
- GLA:** Guellala
- GLA-NE :** Guellala Nord Est.
- GID :** Indicateur Détecteur de Gaz
- HAZID :** HAZard IDentification (Identification des dangers).
- HAZOP :** HAZard and OPerability (Étude des dangers et de l'opérabilité).
- HBK :** Haoud Berkaoui
- HP :** Haute Pression
- HSE :** Health Safety & Environment (Santé, Sécurité et Environnement)
- MP :** Moyenne Pression
- PSD :** Arrêt du procédé
- RGA :** Récupération du gaz associés
- RIA :** Robinet incendie armé
- SDH850 :** Snuffing drum (ballon d'étouffement) pour le four H850
- SDH401 :** Snuffing drum (ballon d'étouffement) pour le four H401
- SDV :** Shut down valve
- SI :** Série inférieure
- UID :** Détecteur Ultraviolet- Infrarouge
- USD :** Arrêt d'unité ou d'équipement isolé
- UTG :** Unité de traitement de gaz
- UTH :** Unité de traitement d'huile
- TAG :** Trias argileux gréseux

## *Liste des tableaux*

Tableau 2.1 Spécifications du four H850.....	23
Tableau 2.2 Les facteurs de déclanchement du H850.....	23
Tableau 2.3 Spécifications du four H401.....	25
Tableau 2.4 Les facteurs de déclanchement du H401.....	25
Tableau 2.5 Les résultats de l'étude des dangers du bureau DNV.....	28
Tableau 4.1 Les données de départ des fours H850&H401.....	37
Tableau 4.2 Les Agents extincteurs retenus par la règle APSAD/R13.....	39
Tableau 4.3 Les caractéristiques de l'Azote.....	40
Tableau 4.4 La concentration nominale d'extinction pour l'agent extincteur IG100.....	41
Tableau 4.5 Le Ratio H/D des ballons sans éléments interne, alimentant le four.....	43
Tableau 4.6 Les résultats de dimensionnement des deux ballons d'étouffement.....	47
Tableau 4.7 Les résultats de dimensionnement d'un ballon pour les deux fours.....	47
Tableau 4.8 Les spécification d'une bouteilles d'Azote.....	49
Tableau 4.9 Les résultats de calcul de nombre des bouteilles d'Azote.....	49

## *Liste des figures*

Figure 1.1 Situation géographique de la région de Haoud Berkaoui.....	02
Figure 1.2 Organigramme de la direction régionale Haoud Berkaoui.....	04
Figure 1.3 Schéma synoptique du Système Maintien de Pression.....	05
Figure 1.4 Schéma synoptique du Réseau Huile.....	06
Figure 1.5 Schéma synoptique d'un centre de production.....	06
Figure 1.6 Schéma de traitement de pétrole brut de la région HBK.....	07
Figure 1.7 Schéma de Process général de Guellala Centre.....	08
Figure 1.8 Schéma synoptique de l'unité de traitement de gaz à guellala.....	09
Figure 1.9 Schémas synoptique de l' Unité de Boosting à Guellala.....	10
Figure 2.1 Schéma d'un four Tubulaire classique.....	16
Figure 2.2 Schéma de régulation d'un four.....	19
Figure 2.3 Photo réel des deux fours H850 & H401.....	22
Figure 2.4 ESD du four H850.....	24
Figure 2.5 La régulation du four H850.....	24
Figure 2.6 ESD du four H401.....	26
Figure 2.7 La régulation du four H401.....	26
Figure 4.1 Les dimensions du four tubulaire.....	39
Figure 4.2 La proposition d'un ballon d'étouffement pour chaque Four à 18 bars.....	49
Figure 4.3 La proposition d'un seul ballon d'étouffement pour les deux Fours à 18 bars.....	49
Figure 4.4 Améliorations proposées sur la protection des fours H850 et H401.....	60

# **Introduction générale**



# Introduction générale

En Algérie le secteur industriel du pétrole occupe une place prédominante dans l'économie et de développement du pays, grâce aux importantes réserves en pétrole et en gaz naturel existantes, les hydrocarbures représentent 98 % des recettes d'exportation.

La valorisation et la commercialisation de ces produits, qui est considéré comme produits dangereux, inflammables, explosifs, exigent un traitement et une purification dans des usines spécialisées, afin de répondre aux spécifications et normes mondiales.

SONATRACH c'est la seule entreprise nationale chargée de recherche, d'exploration, de transport par canalisation et de commercialisation des hydrocarbures en Algérie.

Pour faire face à ses obligations, SONATRACH a mis en place une organisation de plusieurs branches en fonction des activités (exploration-production, transport, liquéfaction /raffinage/ pétrochimie LRP, commercialisation)

Dans le cadre de la concrétisation de la politique hygiène sécurité environnement (HSE) du groupe Sonatrach, La direction de Haoud Berkaoui qui fait partie de la division production, activité exploration et production de Sonatrach, à lancer en 2010 une étude de dangers dans ses sites industrielles en partenariat avec le bureau Norvégien D.N.V (Det Norske Veritas) la fondation indépendante norvégienne. L'étude sert principalement à identifier les sources des risques, déterminer les scénarios d'accidents et leurs effets sur les personnes et l'environnement.

Nous intéressons ici aux recommandations du bureau DNV sur les deux fours H850 et H401 situés au sein de l'unité de traitement de gaz associés au centre de production Guellala qui sont actuellement dépourvus de système d'étouffement à l'azote pour faire notre étude afin de mettre en place un système de protection pour bannir à tout risque d'incident ( explosion , feu )

Dans ce cadre et afin d'améliorer le volet prévention des risques au niveau de l'UTG /GLA, notre travail consiste à dimensionner un système d'étouffement à l'azote propre aux deux fours.

En quatre chapitres nous essayons de défendre notre objectif :

Premièrement par une présentation de la direction régionale de Haoud Berkaoui, suivi par une description des procédés de traitement au niveau de Guellala où se trouve les deux fours.

Le deuxième chapitre sert à donner l'essentiel de la théorie des fours et présenter la problématique du sujet qui met la sécurité des deux fours en question.

Le troisième chapitre explique les objectifs fondamentaux de la philosophie de sécurité pour assurer une sécurité inhérente.

Le dernier chapitre comporte le dimensionnement des équipements de stockage d'Azote (ballon ,rack(skid) des bouteilles) et amélioration du système arrêt d'urgence (ESD) et création d'un système Feu & Gaz des deux fours.

En fin on termine avec une conclusion générale.

# Chapitre 1

**Description de l'unité de  
traitement de gaz à  
Guellala, Haoud Berkaoui**

## 1.1 Introduction

La direction régionale Haoud Berkaoui fait partie de la division production de l'activité exploration et production de Sonatrach.

Le premier centre de traitement d'huile a été mis en service en 1967 ; aujourd'hui il existe cinq (5) unités de traitement d'huile et une unité de traitement de gaz.

Le nombre des puits producteurs d'huile est de 118 puits, dont 70 puits par gaz lift en vue de la récupération secondaire. [1]

La structure d'ensemble de la direction régionale s'articule autour de fonctions administratives et techniques sous la direction et l'autorité du directeur régional.

## 1.2 Situation géographique

La direction régionale de Haoud- Berkaoui représente l'une des principales zones d'hydrocarbures du sahara algérien. Elle fait partie du bloc 438 situé au Nord de la dépression d'Oued- Mya.

Cette région se trouve à une trentaine de kilomètres au S/O de la wilaya de Ouargla, elle se positionne ainsi entre les deux régions de Hassi- Messaoud et de Hassi- R'mel à 700 km au Sud- Est de la capitale, Alger et à environ 100Km à l'Ouest de Hassi- Messaoud à une altitude de 225 mètres.

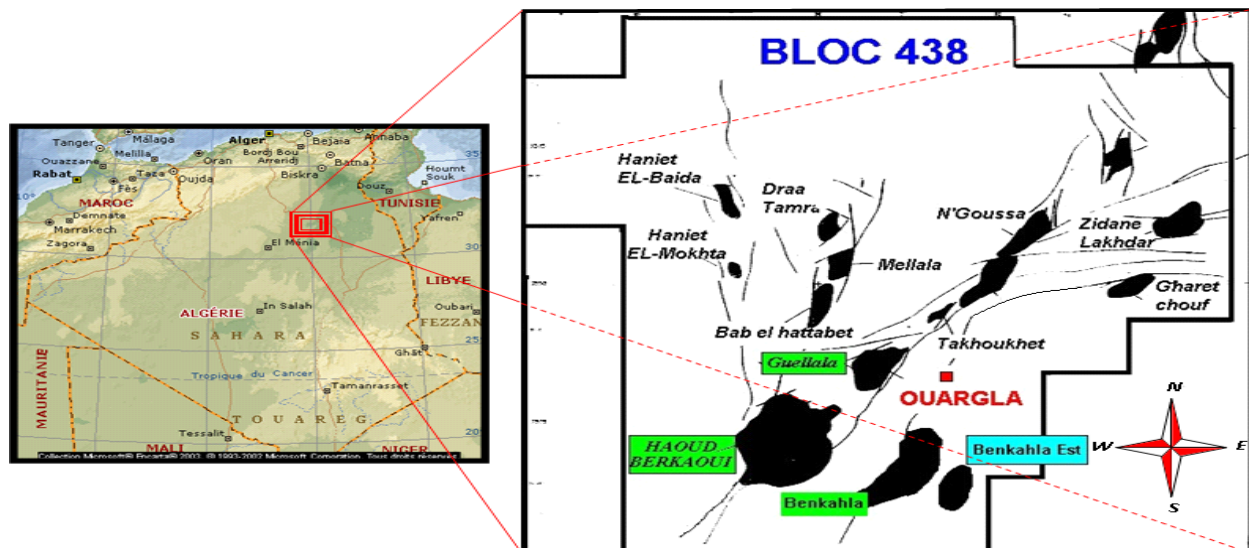


Figure 1.1 : Situation géographique du gisement de Haoud Berkaoui. [1]

### **1.3 Historique de production**

Les études géologiques réalisées à Ouargla ont permis de connaître l'existence de deux structures appelées Haoud Berkaoui, et Benkahla.

En mars 1965 un gisement d'huile fut localisé dans la série du trias argilo-gréseux (TAG) plus exactement à Haoud Berkaoui par la compagnie (CFPA), la zone pétrolière de Haoud Berkaoui, est constituée de près de plusieurs champs pétroliers, répartis sur 63 km<sup>2</sup> sur le bord oriental de la dépression Oued Mya, les plus importants de cette région sont ceux de Haoud Berkaoui, Benkahla, Guellala, elle reforme les accumulations d'huile essentielle de cette zone, la série inférieure du trias argileux gréseux (TAG/SI) située à une profondeur moyenne de 3350 m, est le principale réservoir, productif d'huile du bloc 438 parmi les autres champs constituant la périphérie de cette région figurent Draa Tamra (DRT) et Guellala –Nord-Est.

Le gisement de HBK a été mis en production en Janvier 1967, il reste sous la direction de la région de Hassi Messaoud jusqu'à 1976, où Haoud Berkaoui devenue une région autonome.

Le champ produisait en déplétion naturelle jusqu'à 1977, sa pression a chuté d'une manière considérable. Les responsables ont mis en œuvre le système de maintien de pression par injection d'eau en 1978 avec deux (02) puits injecteurs. La vraie injection a démarré en 1981.

Le développement de la région poursuit comme suite :

1978 : Mise en service du centre de production GLANE

1980 : Mise en service du centre de traitement de DRT.

1992: Mise en service de l'unité de récupération des gaz torchés de HBK, BKH et GLA (booster) et mise en service de l'usine de traitement de gaz à GLA.

2000 : Démarrage des 3 stations de déshuilage à HBK, BKH, et GLA, capacité totale 4800 m<sup>3</sup>/j.

2001 : Mise en service d'une station de traitement des eaux domestique.

2007 : Installation du système de contrôle à distance (DCS) aux centres HBK, BKH et GLA.

2010 : Démarrage du projet de récupération des gaz associant (RGA). [1]

#### **Données climatiques :**

La température maximale sous l'abri : 45°C.

La température minimale sous l'abri : -5°C.

La température souterraine maximale en été (à une profondeur de 1 m : 38°C).

La température souterraine minimale en hiver (à une profondeur de 1 m : 18°C).

#### **Humidité relative :**

Humidité maximale moyenne journalière : 45%.

Humidité minimale moyenne journalière : 19%.

**Vent :**

Vitesse Max du vent : 180 Km/h (5 m/s), et cela à 10 m au-dessus du sol.

Direction du vent : de Nord-ouest et Sud-ouest.

**Altitude :**

Le niveau du sol est défini comme point standard, l'altitude du site (niveau fini)

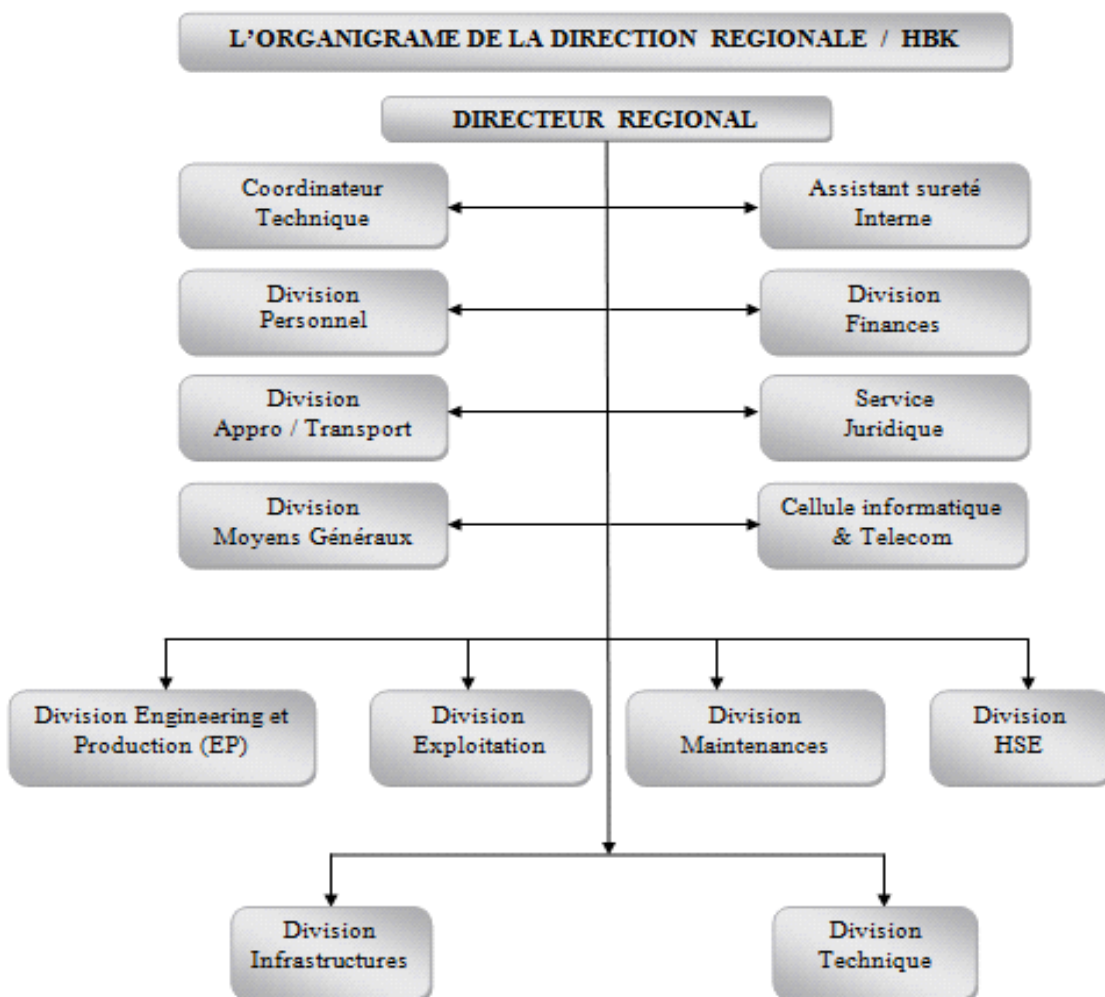
HBK : Niveau de la mer +225 m

BKH : Niveau de la mer +192 m

GLA : Niveau de la mer +222 m

**1.4 Organisation de la région**

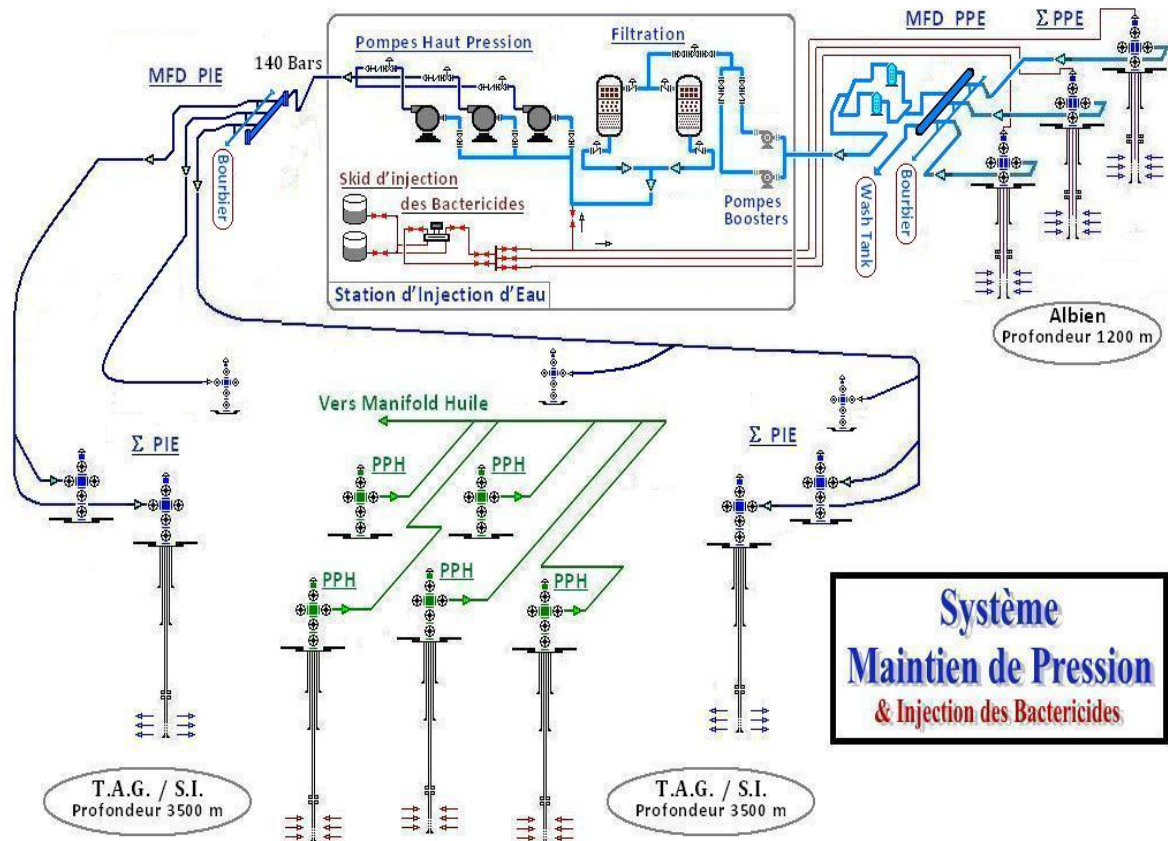
La direction régionale HBK se compose de 10 divisions et chaque division comporte Plusieurs services.



**Figure1.2 :** Organigramme de la direction régionale Haoud Berkaoui. [1]

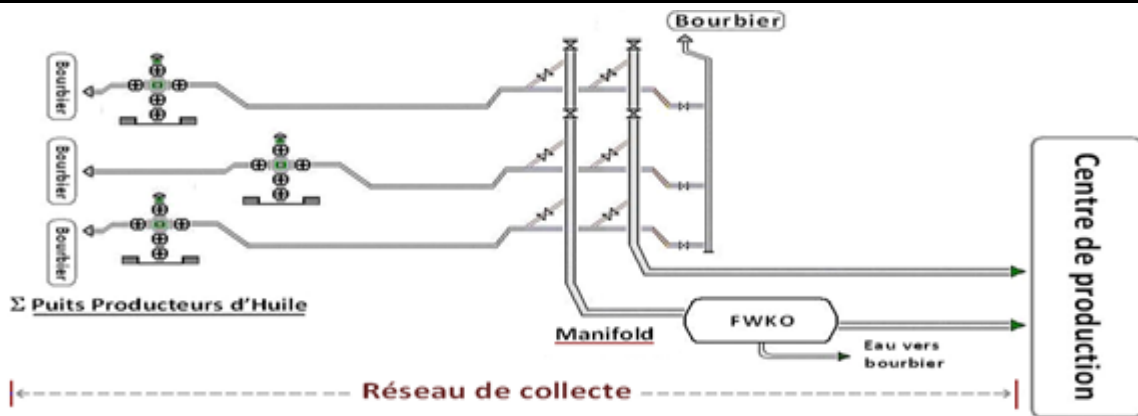
### 1.5 Production de la région

Comme on a vu précédemment la direction régionale Haoud Berkaoui produit du pétrole par déplétion naturelle : c'est l'énergie interne du gisement qui pousse le brut vers la surface sous l'effet de pression. Pour le maintien de pression et l'amélioration de la capacité de récupération, on a 30 puits injecteurs d'eau, et 13 puits producteurs d'eau et trois stations d'injection d'eau dans les trois secteurs HBK, BKH et GLA.



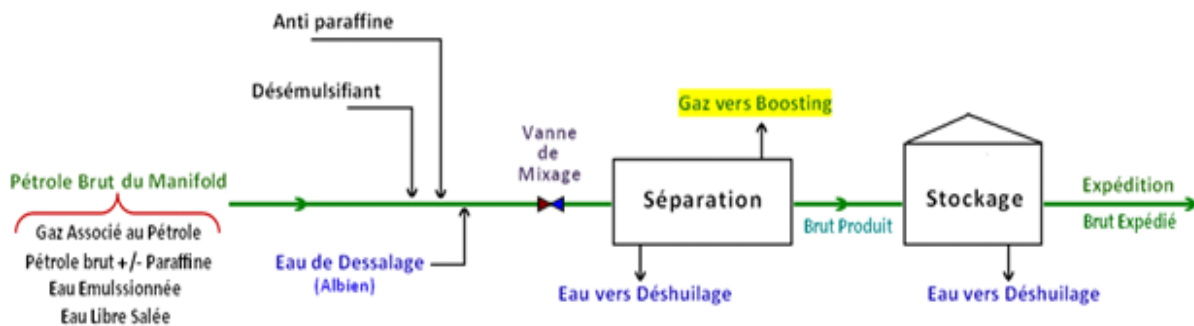
**Figure 1.3 :** Schéma Synoptique du Système Maintien de Pression

Pour les puits faibles, la production est assurée par gas-lift. Les puits producteurs de brut avec ou sans gas-lift sont raccordés et regroupés dans un collecteur ou manifold ; ces manifolds sont collectés, en plus des puits qui arrivent individuellement au centre de traitement. [1]



**Figure 1.4** : Schéma synoptique du réseau huile

Dans ce centre le brut passe dans des séparateurs où il se débarrassera de l'eau et du gaz. L'eau huileuse est acheminé vers la station de déshuilage ; le gaz est collecté ; débarrassé de ses liquides, le gaz est comprimé dans l'unité de boosting, puis envoyé vers l'unité de traitement de gaz de Guellala.



**Figure 1.5** : Schéma synoptique du centre de production

Dans cette usine, le gaz sera séparé des particules légères d'hydrocarbures par des procédés thermodynamiques pour obtenir d'une part du G.P.L (gaz de pétrole liquéfié) et d'autre part du gaz sec ; ce dernier sera réparti sur les trois champs HBK, BKH et GLA ; où il sera servi pour le lifting (gas-lift). Le reste du gaz sec est commercialisé.

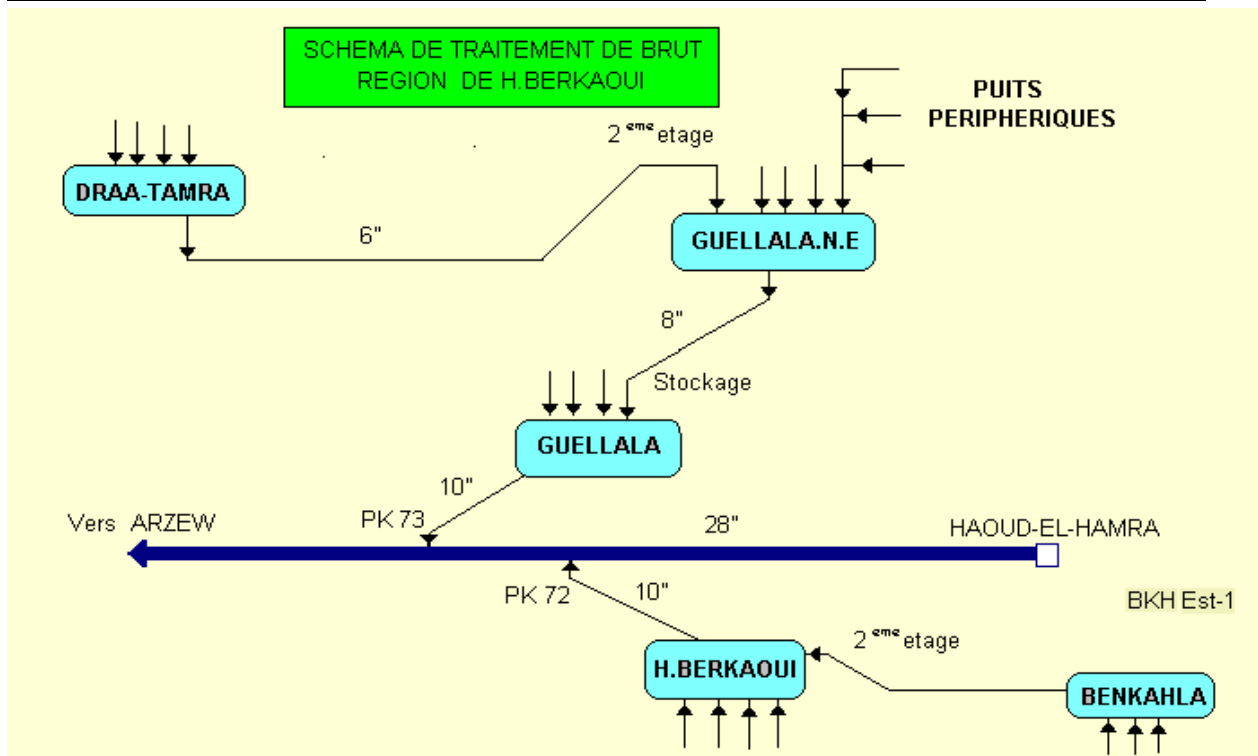


Figure 1.6 : Schéma de traitement de pétrole brut de la région Haoud Berkaoui.[1]

## 1.6 Les principaux champs et centres de production

### 1.6.1 Champ de HBK

Sur une superficie de 175 Km<sup>2</sup>, ce champ est découvert en 1965, par le sondage OK101, et mis en production en Janvier 1967. Le centre de production de HBK se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de 8000 m<sup>3</sup>/jour.
- Une unité de stockage d'huile d'une capacité de 13000 m<sup>3</sup>/jour.
- Une unité de boosting gaz d'un million de m<sup>3</sup>/jour.
- Une station d'injection d'eau à raison de 6000 m<sup>3</sup>/jour.

### 1.6.2 Champ de BKH

Le gisement de Benkahla a été découvert en novembre 1966, par le forage du puits OKP24, Il s'étend sur une superficie de 72 km<sup>2</sup>. Le centre de production de Benkahla, se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de 5000 m<sup>3</sup>/j.
- Une unité de boosting gaz de 560000 m<sup>3</sup>/j.
- Une station d'injection d'eau à raison de 6000 m<sup>3</sup>/j.

Toute la production d'huile de Benkahla est expédiée vers le centre de production HBK.



### 1.6.3 Champ de GLA /C

Ce gisement est découvert le 28 octobre 1969 par le forage de GLA01, sa mise en production date de février 1973. Il s'étend sur une superficie de 35 km<sup>2</sup>, avec une profondeur moyenne des puits de 3500 m. Le centre de production se compose de :

- Une unité de séparation d'huile, d'une capacité de 7000 m<sup>3</sup>/j.
  - Une unité de stockage de 15000 m<sup>3</sup>/j,
  - Une station d'injection d'eau à raison de 6000 m<sup>3</sup>/j.
  - Une unité de boosting gaz de 762000 m<sup>3</sup>/j.
- Une unité de traitement de gaz d'environ 2,4 millions m<sup>3</sup>/j, [1].

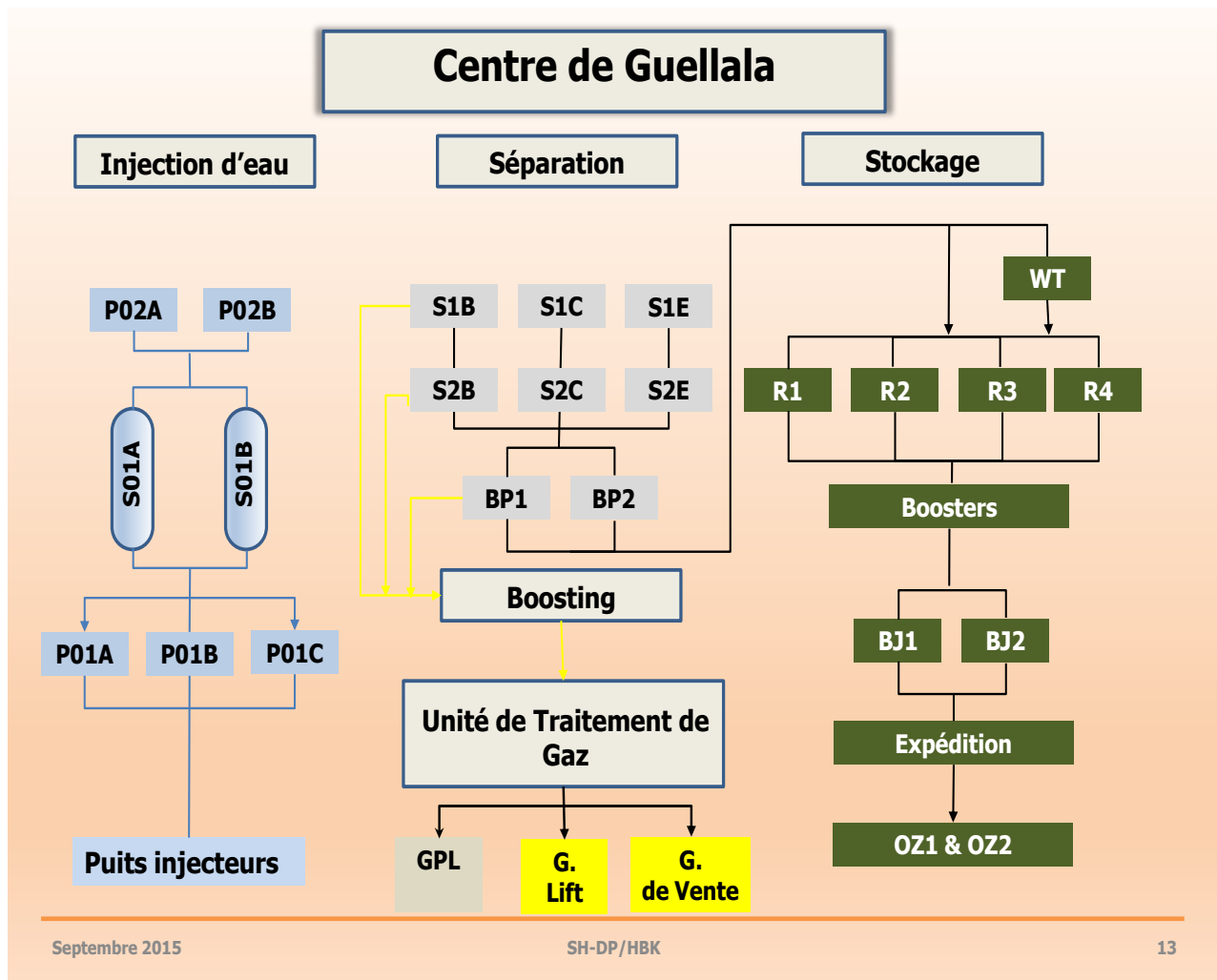


Figure1.7 : Schéma de procédé général de Guellala Centre [1]

1.7 Description de l'unité de traitement de gaz/Guellala Centre :

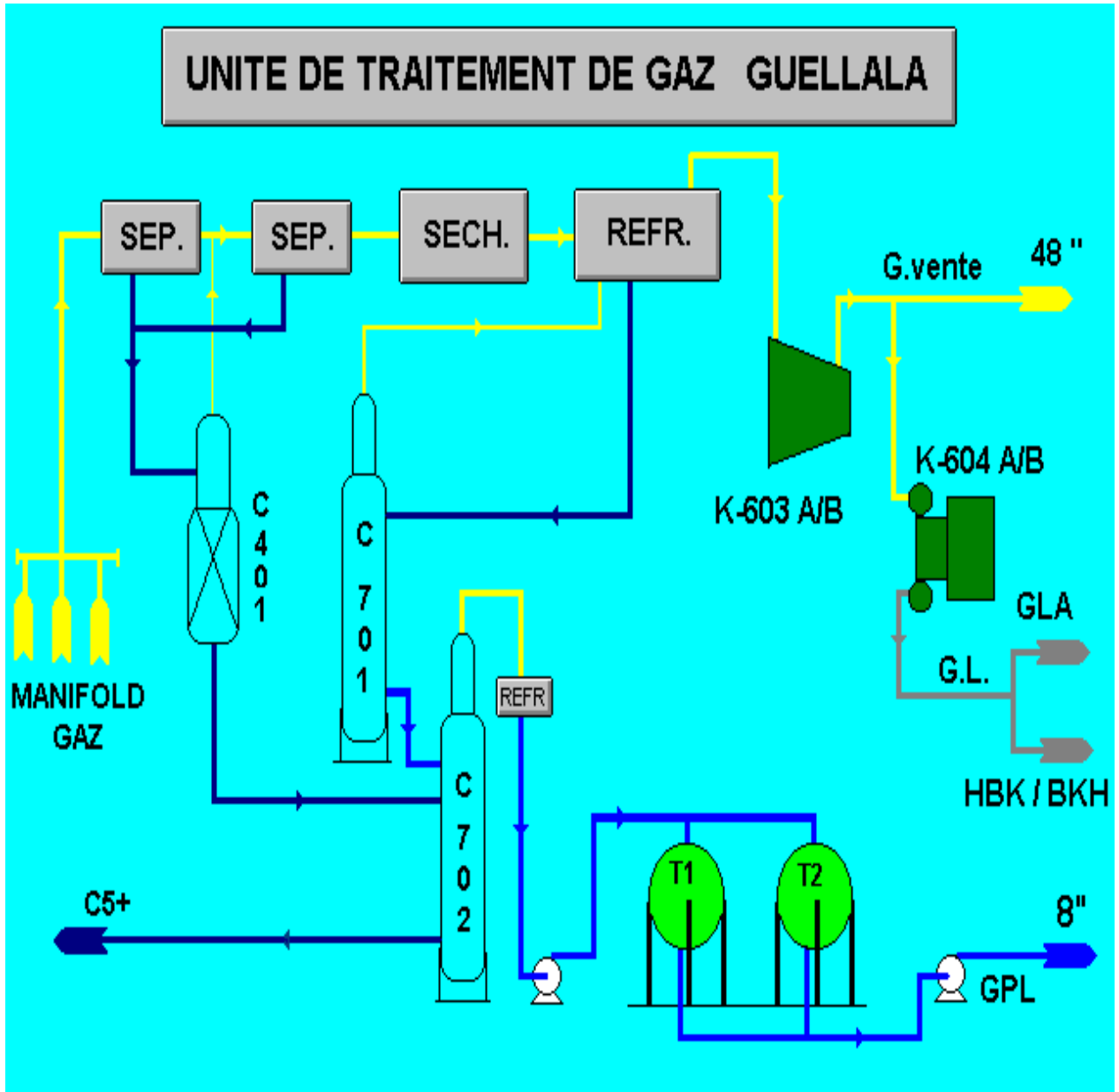


Figure 1.8 : Schéma synoptique de l'unité de traitement de gaz à Guellala. [1]

L'usine de traitement de gaz de Guellala U.T.G. est conçue pour la récupération des gaz associés issus de la séparation du pétrole brut HP, MP et BP des centres de production de HBK, GLA et BKH au lieu d'être torchés ; la séparation des gaz associés est effectuée dans l'unité de traitement d'huile U.T.H. et la compression est assurée par la station de boosting.

### 1.7.1 Unité de traitement d'huile

Les collectes des puits d'huile aboutissent à un manifold alimentant les séparateurs trisphasiques du premier étage HP à 9,5bars. L'huile ainsi séparée est dirigée vers les séparateurs du second étage MP opérant à 1,5 bars. L'huile issue du second étage est dirigée vers les séparateurs atmosphériques BP afin d'y parfaire son dégazage.

L'huile ainsi obtenue est mélangée à la production provenant du centre de Guellala Nord-est puis stockée dans 2 bacs de 5000 m<sup>3</sup> pour chacun.

Le gaz est soit brûlé sur torches, soit dirigé vers la station de compression (boosting) avant son envoi vers l'unité de traitement de gaz.

### 1.7.2 Section boosting

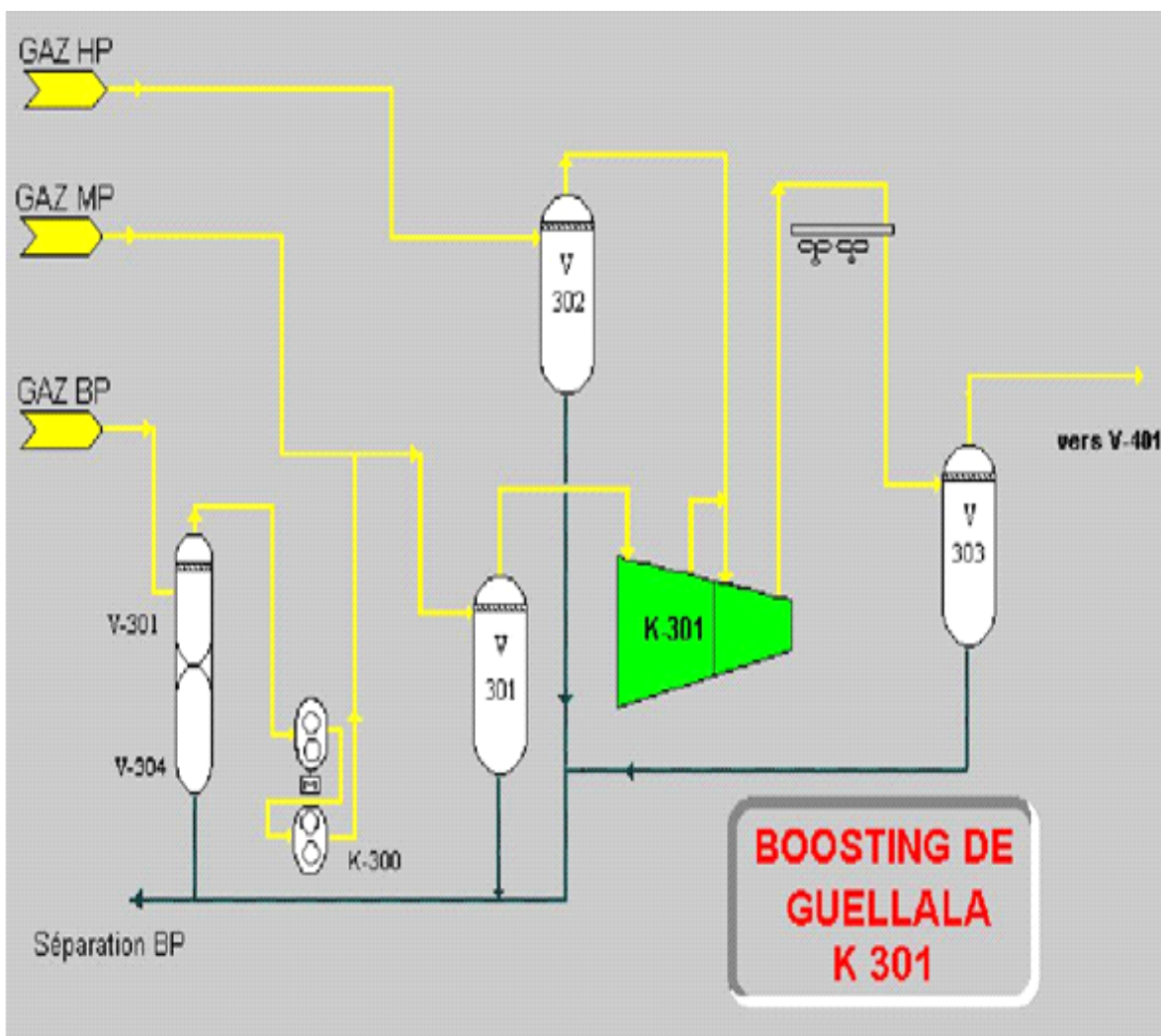


Figure 1.9 : Schéma synoptique de l'unité de boosting à Guellala. [1]

La section boosting de Guellala est composée d'un seul train de compression, les gaz d'alimentation BP, MP et HP sont disponibles à partir des lignes de torches.

Le gaz BP passe dans le ballon d'aspiration V-300 puis il est comprimé jusqu'à la pression de gaz MP (2 bars) par soufflante K-300. Il sera mélangé avec les gaz provenant des lignes de torche MP. Le mélange est introduit dans le ballon d'aspiration V301 qui alimente le premier étage du compresseur K301. Le refoulement du 1<sup>er</sup> étage K301 avec le gaz HP sont introduite dans le deuxième étage de compression K301. Il sera comprimés jusqu'à 26 bars, à la sortie du compresseur le gaz ainsi refroidi est renvoyé vers l'usine de traitement UTG en passant par le ballon de rétention d'eau V-303 dans lequel l'eau est évacuée vers le déshuilage. [1]

### Conditions opératoires

Pression d'aspiration (MP +BP)	: 2,3 bars. Pression de refoulement : 26 bars.
Type de compresseur	: centrifuge.
Entraînement	: moteur électrique
Température d'aspiration (MP +BP)	: 41°C
Température de refoulement	: 130°C.

L'unité de traitement de gaz a pour but de produire :

#### 1) Gaz commercial (Gaz de vente) conforme aux spécifications suivantes :

Capacité	: 1236 103 Nm <sup>3</sup> /j
Teneur en H <sub>2</sub> O	: 50 ppm max à 10°C et 80,5 bars
Teneur en C <sub>5</sub> +	: 0,5 % mol. Max.
Pression	: 74 bars
Température	: 60°C

#### 2) Gaz de pétrole liquéfié GPL :

Capacité	: 500 T/J
Teneur en H <sub>2</sub> O	: 50 ppm max
Teneur en C <sub>2</sub> -	: 3 % max
Teneur en C <sub>5</sub> +	: 0,5 % max
Pression	: 50 bars
Température	: 60°C

**3) Gaz lift :**

Capacité	: 424 000 Sm <sup>3</sup> /j
Teneur en H <sub>2</sub> O	: 50 ppm vol. max
Point de rosée	: 10°C à 80,5 bars
Teneur en C <sub>5+</sub>	: 0,5 % mol. max.
Pression	: 140 bars
Température	: 60°C

**4) Le condensat :**

Capacité	: 90T/J
Point de bulle	: 45°C à 2.5 bars, Pression : 10 bars.[2]

Pour assurer cette objective, l'UTG/GLA est divisée en plusieurs sections qui sont :

**1.7.3 Section déshydratation/ Stabilisation :**

L'alimentation de l'usine de traitement de gaz UTG est assurée par les gaz provenant des trois stations de boosting de HBK, BKH et GLA, mélangés au niveau du collecteur d'entrée puis introduits dans les ballons séparateurs V401 puis V402 tout en assurant une refroidissement à propane entre les deux ballons séparateurs, cela nous permettons de :

- Purger l'eau vers déshuilage
- Récupérer les condensats (fraction lourde) qui sera une charge pour la colonne de stabilisation C401, dont le fond et ensuite acheminées vers la section de fractionnement.
- Séparer et regrouper le gaz (fraction légère) pour subir une déshydratation sur sècheurs à tamis moléculaire V403A/B/C, menue d'un système de **régénération par chauffage à l'aide du four tubulaire H401.**

**1.7.4 Section fractionnement :**

Cette section sert à récupérer le GPL ;pour cela, on peut avoir un GPL conforme aux normes de commercialisation à l'aide de deux colonnes de fractionnement: dé-éthaniseur et dé-butaniseur,. Le dé-éthaniseur sert à minimisé la présence de C<sub>2</sub> dans le GPL jusqu'à une min de 3% molaire, et le dé-butaniseur minimise la présence des C<sub>5+</sub> jusqu'à 0.5% molaire.

**1.7.5 Section réfrigération :**

La réfrigération à propane du gaz séché est assurer par un échangeur à plaque E601 jusqu'à -18°C suivi par un séparateur froid V600. Le but de cette section et de récupérer un mélange gazeux riche en méthane/éthane appeler gaz incompressible ou gaz sec qui sera divisé en deux :

- Une partie utilisée comme gaz lift pour une récupération assisté de pétrole brut au niveau des puits qui devenue non éruptif.
- Une partie comme gaz de vente (gaz commerciale)

### **1.7.6 Section de compression :**

Le gaz issu de la section réfrigération alimente la section compression :

- La première étage de compression est assurer par le compresseur K603 A/B jusqu'à 74 bars, dont le refoulement est expédié comme gaz de vente.
- La deuxième étage de compression est assurer par le K604 A/B jusqu'à 142 bars, dont le refoulement est acheminée souterraine vers les trois champs : HBK, BKH, et GLA pour alimenter les puits producteur d'huile non éruptif.

### **1.7.7 Utilités :**

#### **1.7.7.1 Système de réfrigération à propane**

Ce système est prévu pour fournir le froid aux différents points du procédé (UTG)

La boucle de propane est composée principalement par d'un turbocompresseur centrifuge à 3 étages 3 ballons d'aspiration et 6 aéro-réfrigérants.

#### **1.7.7.2 Système d'huile chaude**

Le système d'huile chaude (gas oil) est prévu pour fournir de la chaleur aux différents points du procédé (UTG). La boucle de gasoil est composée principalement d'un **four tubulaire H850** comme apporteur d'énergie thermique et un ballon tomponV850 pour assurer le recyclage du gasoil après l'échange thermique avec le gaz de procédé.

#### **1.7.7.3 Système de gaz combustible**

Un réseau d'alimentation en gaz combustible est prévu pour assurer l'alimentation en fuel gaz des turbines à gaz, des réchauffeurs (fours), du pilote de torche, du système de pressurisation des sphères.

#### **1.7.7.4 Air service et air instrument**

A pour but de fournir l'air instrument (de 3 à 15psi) et l'air de service (de 6.4 à 8.2bars) nécessaire au centre de production et le système d'allumage du torche et pour assurer la combustion dans les fours et les turbines à gaz.

#### **1.7.7.6 Système de torche :**

Pour évacuer toute surpression accidentelle ou volontaire du gaz collecté ou différentes capacités sous-pression du centre. [2]

**La protection de l'environnement** au niveau du centre de Guellala se manifeste par les trois unités suivantes :

**a) Unité de récupération des gaz torchée :**

La nouvelle installation de compression et expédition du gaz est constituée par une seule ligne de compression qui remplacera la ligne existante ; celle-ci restera disponible et prête à démarrer, en cas de mauvais fonctionnement ou d'indisponibilité de la nouvelle ligne. La nouvelle installation reçoit le gaz et le comprime (de 20bar à 75bar), à travers un compresseur centrifuge K605 entraîné par un moteur électrique, qui envoie le gaz comprimé au deuxième étage de compression de la nouvelle installation.

Le deuxième étage réalise le deuxième saut de pression (75bar à 145bar) au moyen d'un deuxième compresseur centrifuge K606 entraîné par un deuxième moteur électrique qui envoie le gaz comprimé au collecteur existant (145bars) pour gaz lift

**b) Station de déshuilage :**

L'unité de déshuilage a été créée en l'an 2000 dans le but de récupérer de l'huile et de l'eau à partir du borbier. Cette unité a aussi pour objectif la protection de l'environnement.

Actuellement elle est sous l'autorité de la société de service MESP.

**c) Traitement de borbier :**

La protection de l'environnement par encapsulation et solidification et de la boue du borbier à l'aide du silicate et du ciment.

## **1.8 Conclusion**

Le procédé de traitement de gaz associé à Guellala et bien qu'il comporte un seul train d'exploitation, mais il est trop riche et plein des équipements de traitement, il est destiné au premier lieu à faire comprimé le gaz lift est le envoie vers les différents puits en vue de la récupération secondaire. L'apport de l'énergie pour cette unité est accordé aux deux fours tubulaires, le premier four sert à régénérer les tamis moléculaires des sécheurs et l'autre comme apporteur de chaleur au gaz de procédé à travers les rebouilleurs ; ce qui représente à la fois une clé en main et un risque majeur dans la réalisation des objectifs de ce procédé.

## Chapitre 2

# **Les fours tubulaires : théorie et problématique**



## **2.1 Théorie des fours tubulaires**

### **2.1.1 Généralités :**

Dans la plupart des utilisations des usines de raffinage ou de pétrochimie, l'apport de chaleur nécessaire aux procédés mis en œuvre se fait par l'intermédiaire d'un four, dans lequel les calories produites par la combustion sont transmises par les mécanismes : de la radiation, de la conduction et de la convection au fluide à réchauffer qui circule dans un serpentin tubulaire ou un faisceau de tubes ; les usages de ces fours sont multiples , mais chaque cas nécessite une étude particulière dans le but de concevoir le four le plus économique et le mieux adapté aux conditions imposées.

### **2.1.2 Les usages des fours tubulaires :**

#### **2.1.2.1 Réchauffage d'un fluide sans changement de phase :**

Dans ces fours, la charge liquide ou vapeur ne reçoit que la chaleur sensible.

Le cas par exemple des fours à huile chaude placés sur un circuit alimentant plusieurs échangeurs où ce fait le transfert des calories entre les fluides du procédé.

Le cas des fours de charge de certaines installations où il s'agit de porter le fluide à la température nécessaire pour obtenir une réaction chimique qui se produit dans un réacteur en présence ou non d'un catalyseur.

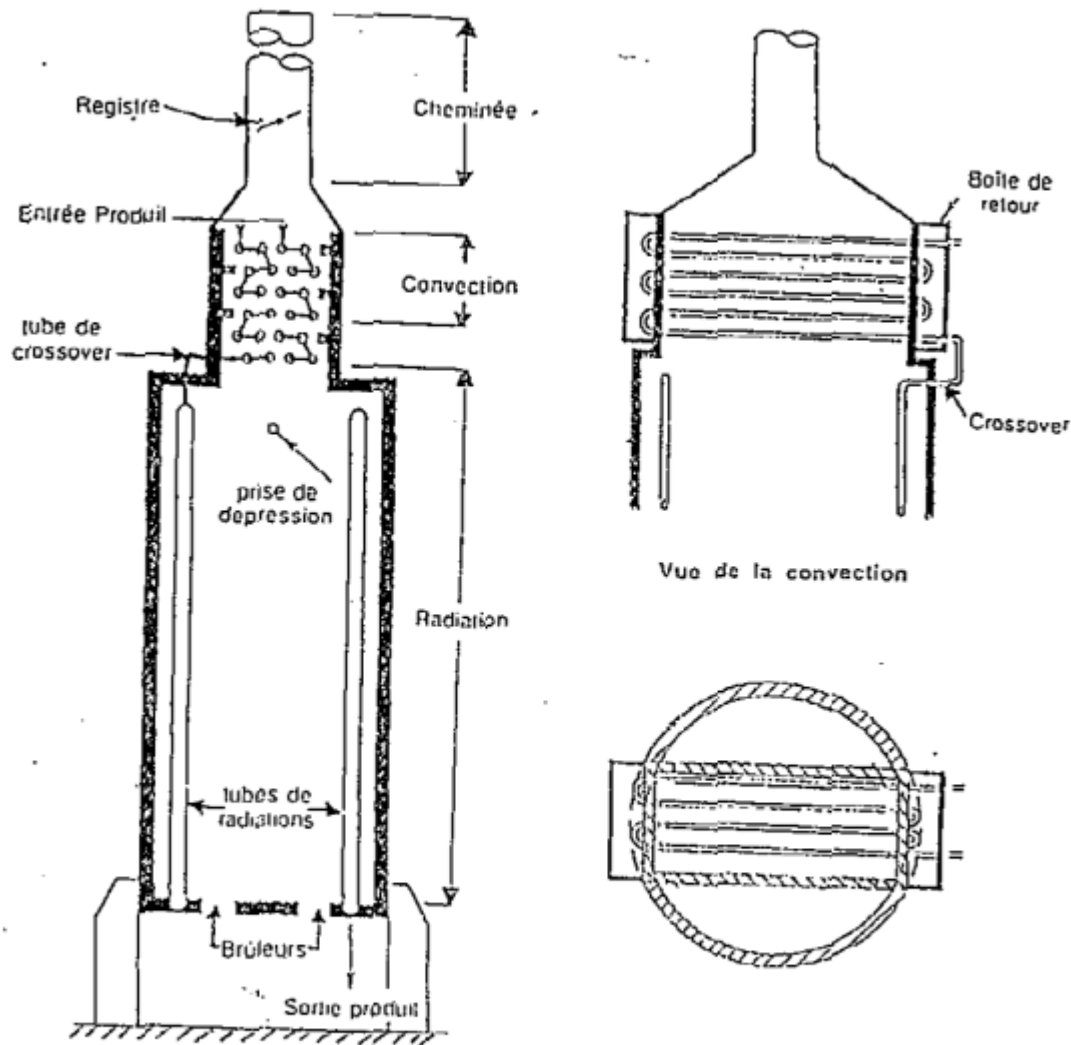
Le réchauffage intermédiaire d'un fluide au cours d'une réaction chimique sur catalyseur entre les divers stades de la réaction, pour remonter la température.

#### **2.1.2.2 Réchauffage d'un fluide avec changement de phase :**

Dans ces fours, la charge reçoit de la chaleur latente pour atteindre le degré de vaporisation requis.

Les fours de réchauffage de liquide avec vaporisation partielle que l'on rencontre en particulier dans les unités de distillation : tels que le four de charge ou le four de rebouillage en fond de la colonne.

Les fours de ce type sont d'ailleurs les plus nombreux et sont, en général, ceux dont la capacité thermique est plus élevée. [3]



**Figure 2.1** : Schéma d'un four Tubulaire classique. [3]

### 2.1.3 Constitution des fours tubulaires :

D'une façon générale, les fours comportent les parties principales suivantes :

Une zone de radiation constituée d'une chambre de combustion garnie intérieurement de matériau réfractaire.

Une zone de convection éventuellement garnie également.

Un faisceau tubulaire en zone de radiation et éventuellement en zone de convection.

Un équipement de chauffe comprenant des brûleurs et des pilotes situés à la base de la chambre de combustion.

Une cheminée garnie avec registre, son but est l'évacuation des fumées dans l'atmosphère.

Une charpente métallique : ou l'enveloppe qui support les charges et assure l'étanchéité. [4]

### 2.1.4 Rendement du four :

Le rendement d'un four est défini comme étant le rapport du débit de chaleur absorbée ( $Q_{\text{absorbée}}$ ) par le fluide procédé au débit de chaleur fourni ( $Q_{\text{entrée}}$ ) au four par la combustion.

On constate en effet des pertes thermiques qui ont essentiellement deux origines :

Les pertes par les parois du four ( $Q_{\text{parois}}$ ) sont dues aux imperfections de l'isolation thermique par les matériaux réfractaires estimée de 1 à 3%.

Les pertes par les fumées ( $Q_{\text{fumées}}$ ) entre 5 et 20%.

$$Q_{\text{entrée}} = Q_{\text{absorbée}} + Q_{\text{fumées}} + Q_{\text{parois}}$$

Le pourcentage de pertes par les fumées dépend de deux paramètres :

- L'excès d'air de combustion qui accroît le débit de fumées et diminue le rendement du four : % de pertes au fumées = (teneur en  $O_2$  des fumées%)/2
- Pertes due à la température de rejet (fumées):

$$\% \text{ de pertes au fumées} = (\text{température des fumées } ^\circ\text{C})/20$$

### 2.1.5 Conditions nécessaires à la combustion :

Une combustion ne peut avoir lieu que si sont réunis COMBUSTIBLE, COMBURANT et SOURCE D'INFLAMMATION. C'est ce qu'exprime le triangle de feu évoqué dans le domaine de sécurité. La combustion incomplète et les imbrulés ont pour conséquences une perte de rendement, des encrassements en zone de convection et une possibilité de ré-allumage des fumées conduisant à l'insécurité les conditions à réunir pour obtenir une combustion de qualité sur un bruleur sont résumées par la **règle des T** dans laquelle les conditions sont exprimées par mot commençant par la lettre T. Il s'agit de :

- **T**urbulence
- **T**eneur en oxygène
- **T**emps
- **T**empérature

Dans le cas d'un combustible liquide, il faut ajouter **T**énuité exprimant la finesse de la pulvérisation.

La Turbulence : exprime la réalisation d'un mélange intime entre le combustible et l'air obtenue dans la distribution de ces fluides dans le bruleur.

La Température : signifie essentiellement l'énergie nécessaire à l'inflammation du mélange. Cette énergie initialement fournie par un dispositif d'allumage est régulièrement apportée en fonctionnement établi par recirculation de gaz chauds au nez de bruleur ou par rayonnement des pièces réfractaires.

La Teneur en oxygène exprime la nécessité de réaliser la combustion avec un excès d'air pour qu'elle soit complète. L'excès d'air a pour inconvénient de réduire le rendement du four. Plus grande est la turbulence plus faible est l'excès d'air nécessaire.

Le Temps mis par la combustion pour se déroule conditionne la longueur de la flamme. Si la combustion est très rapide à l'échelle moléculaire, le temps, le temps est essentiellement contrôlé par le processus de réalisation du mélange air- combustible. Sur un bruleur donné la combustion est plus rapide et la flamme plus courte en cas d'utilisation d'air préchauffé ou d'excès d'air plus grand. [3]

### **2.1.6 Chaleur de la réaction de combustion :**

La chaleur de réaction est la quantité de chaleur libérée par la combustion d'une mole de combustible à 1.013bars et 0°C. Une autre chaleur peut être additionnée à la chaleur récupérée par le refroidissement des fumées (produit de combustion) qui est la chaleur de condensation de l'eau. Le pouvoir calorifique est la traduction industrielle de la chaleur de réaction. Il est défini comme étant la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'un kg de combustible solide ou liquide ou de un Nm<sup>3</sup> de combustible gazeux pour une température de référence de 0 °C et à la pression atmosphérique. Il est nécessaire ici de distinguer :

- Pouvoir calorifique inférieur pour lequel l'eau formée est à l'état vapeur,
- Pouvoir calorifique supérieur pour lequel l'eau formée est à l'état liquide.

Le P.C.S est donc supérieur au P.C.I de la chaleur de condensation à 0°C de l'eau formée par la combustion de l'hydrogène du combustible.

### **2.1.7 Types des combustibles :**

#### **2.1.7.1 Les combustibles gazeux :**

Les raffineries ou les usines pétrochimiques utilisent habituellement un combustible gazeux connu sous l'appellation fuel gaz. Le fuel gaz est constitué essentiellement par des hydrocarbures légers de C<sub>1</sub> à C<sub>5</sub>. On trouve aussi des impuretés comme H<sub>2</sub>S, l'azote et le dioxyde de carbone.

#### **2.1.7.2 Les combustibles liquides :**

Les plus répandues sont d'origine pétrolière, on distingue :

- les fuel-oils commerciaux et parmi ceux-ci :
  - les fuel-oils domestiques qui sont pompable sans réchauffage
  - les fuels lourds qui nécessitent toujours un réchauffage.
- les fuel-oils internes constitués dans les raffineries ou usines pétrochimique pour leurs besoins propres. [4]

**2.1.8 Instruments de contrôle :**

**2.1.8.1 Thermocouples de peau :**

Les thermocouples sont utilisés pour indiquer la température de la paroi extérieure du tube. Ils sont appelés également thermocouples de contact. La température indiquée peut être enregistrée et portée en salle de contrôle.

**2.1.8.2 Thermocouples de fluide (ordinaires) :**

Ils sont concernés à mesurer la température des fumées aux différents endroits du parcours de celles-ci. Certaines de ces mesures sont enregistrées en salle de contrôle à fin de contrôler la bonne marche du four.

**2.1.8.3 Déprimomètres :**

Les déprimomètres sont utilisés dans les fours. Des nombreuses prises sont prévues pour mesurer la dépression ou les pertes de charge dans le circuit des fumées.

**2.1.8.4 Divers :**

Un ensemble d'appareillages divers tels que : les thermomètres, les pressostats, les dispositifs de décokage, de purge et d'injection de vapeur y compris la vapeur d'étouffement.

Ces appareils sont prévus et disposés en fonction du service et du type de four. Ils doivent également répondre aux critères de fiabilité et leur choix tiendra compte de cet impératif étant donné l'importance de ce matériel pour la bonne marche du four. [3]

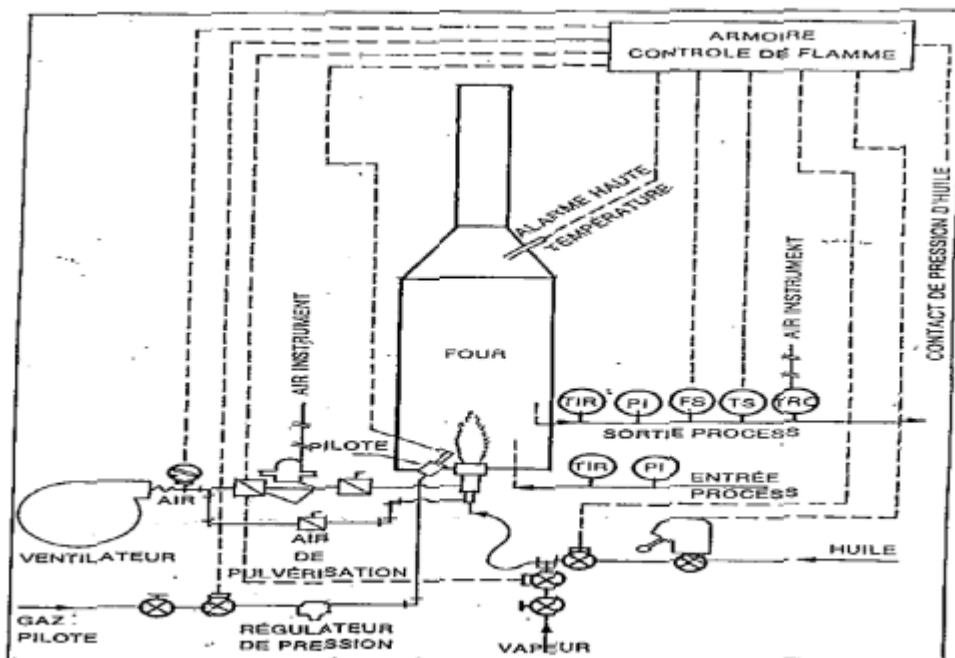


Figure 2.2 : Schéma de régulation d'un four. [3]

### **2.1.9 Décokage des tubes du four : Procédé à l'air et à la vapeur :**

Le décokage de l'intérieur des tubes se fait de plus en plus à l'air et à la vapeur. Le décokage mécanique nécessitant des boîtes de retour est de plus en plus abandonné, il consiste à effectuer un ramonage des tubes à l'aide d'une meule appropriée.

Ce procédé consiste à nettoyer les tubes d'un four globalement par l'action de l'air et de la vapeur. Le décokage est habituellement divisé en deux phases désagrégation et brûlage.

Pendant la désagrégation on admet seulement de la vapeur par l'entrée normale du faisceau à un taux élevé tandis que l'on chauffe. Le coke est détaché par l'action refroidissante de la vapeur sur les tubes obligeant le coke à se contracter et à se briser.

L'entraînement par la vapeur à grande vitesse et l'action chimique (réaction de production des gaz  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ ) lors d'une opération bien conduite, permettant d'entraîner 90 à 95% du coke.

Pendant le brûlage on admet de l'air et de la vapeur par l'entrée du faisceau et le coke restant est ainsi éliminé par oxydation directe. [3]

### **2.1.10 Tirage :**

Les fours pétroliers, contrairement aux chaudières, sont en dépression dans la chambre de combustion, dépression de l'ordre de quelques millimètres de colonne d'eau.

On distingue de ce fait deux circuits indépendants et complémentaires pour assurer la libération de la chaleur et de l'évacuation des produits de la combustion, sont :

- le circuit d'amené de l'air de combustion.
- Le circuit d'évacuation des fumées.

La limite entre ces deux circuits se situe au sommet de la radiation avant les tubes de choc quand ils existent.

À cet endroit considéré comme le centre nerveux du four la dépression doit être maintenue autour d'une valeur comprise entre 2 à 3 mm C.E. [4]

### **2.1.11 Précautions concernant la sécurité du personnel :**

Au cours des travaux d'inspection ou d'entretien, et avant d'entrer dans le four il faut :

- Ventilation adéquate pour déplacer tous les gaz
- Isolation des lignes produits, vapeur, fuel et gaz
- Présence des équipements spéciaux de sécurité (lunettes, ceinture, cordes, respiration, etc...).

Avant d'ouvrir les faisceaux tubulaires :

- Il faut les isoler de tout liquide, gaz ou vapeurs et purger entièrement le faisceau de toute trace d'huile et de gaz inflammable.

- Respecter la température préconisée pour les ouvriers qui travaillent à l'intérieur.
- Quand un inspecteur se déplace à l'intérieur du four, un agent de sécurité doit se tenir à l'entrée du four pour suivre la sécurité des opérations.
- Les échafaudages et les échelles installés à l'intérieur du four devront être :
  - Suffisamment résistants pour supporter les charges prévues
  - Présenter une bonne accessibilité
  - Ne devront pas gêner l'entrée et la sortie du four.

#### **2.1.12 Les fours et l'environnement :**

Les fours ont particulièrement par leurs rejets dans l'atmosphère, un impact non négligeable sur l'environnement.

Les polluants les plus courants émis par un four industrielle sont :

- Les oxydes de soufre ( $\text{SO}_2$  &  $\text{SO}_3$ ) formés à partir du soufre contenu dans certains combustibles (fuels, gaz de cokerie, etc.) ;
- Les oxydes d'azote ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) formés au cours de la combustion soit à partir des composés azotés contenus dans le combustible, soit par combinaison à haute température de l'azote et de l'oxygène de l'air ;
- Les poussières en provenance du combustible, ou de particules solides en provenance des produits chauffés, entraînées par les fumées ;
- Le mono-oxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) dans les fours où la combustion s'effectue avec un défaut d'air.

On peut trouver également, dans des installations plus spécifiques :

- Des composés de fluor et de chlore, des COV (composés organique volatils) ;
- Des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) ;
- Du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) qui bien que n'étant pas un polluant au sens strict du terme, a un impact important sur le climat par l'effet de serre qu'il entraîne. [3]

## 2.2 Problématique : La protection des fours H850 et H401 en question

### 2.2.1 Description des fours H850 et H401 :



Figure 2.3 : Photo réel des deux fours H850 et H401.

#### Le four H850 :

Le système d'huile chaude est prévu pour fournir de la chaleur au rebouilleur de stabilisateur (E-401), au rebouilleur de dé-éthaniseur (E-702), et au rebouilleur (E-704).

Le four H850 est un four tubulaire possède 4 bruleurs destiné a réchauffé l'huile jusqu'à 290°C après avoir réchauffé le liquide de procédé dans les rebouilleurs.

Les bruleurs du four sont alimentés en fuel gaz par une ligne 2". L'alimentation en huile se fait par des lignes 6" qui sont connectées à l'entrée et à la sortie à des lignes de 8".



**Tableau 2.1** : Spécification du four H850. [7]

Spécifications	
Pression de calcul (bars)	<b>8.4</b>
Température de calcul (°C)	<b>420</b>
P max (bars)	<b>8.9</b>
T service (°C)	<b>147/290</b>
P épreuve (bars)	<b>19.5</b>
Poids vide (kg)	<b>71000</b>
Surface (m <sup>2</sup> )	<b>246</b>

**Tableau 2.2** : Les facteurs de déclenchement du H850. [7]

Alarme	Désignation
TSH821	Haute Température sécurité gasoil
TAHH822	Alarme très haut Température gasoil
PALL823	Alarme Très basse pression du fuel gaz
HS- H801	Commande arrêt d'urgence H850
HS3- H801	HMI CMD coupure flamme H850
BA851-a/b/c/d	Pilot ignition panel
I-2503	Logique ESD-UTG

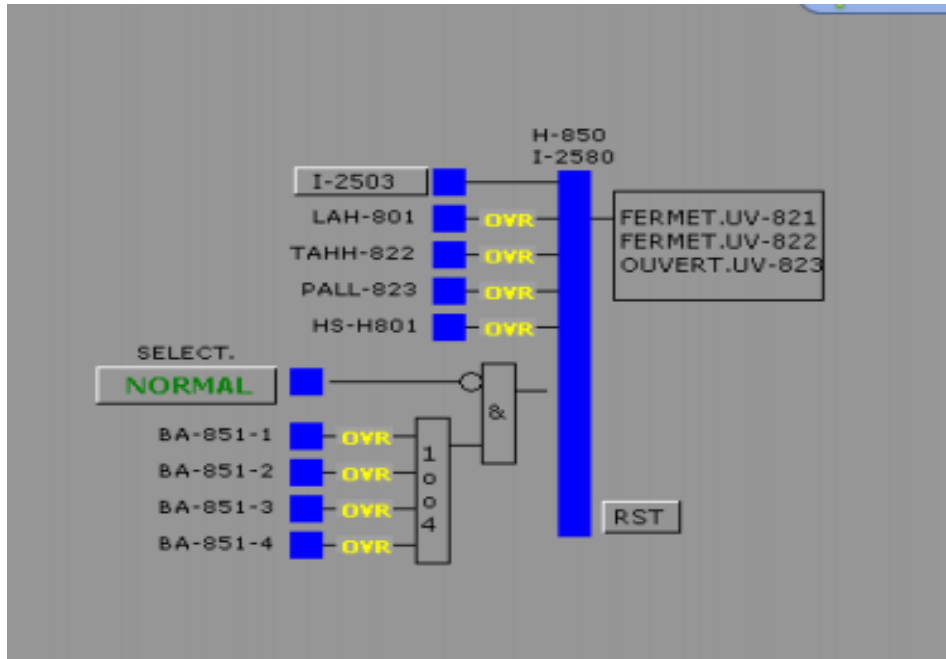


Figure 2.4 : ESD du four H850. [7]

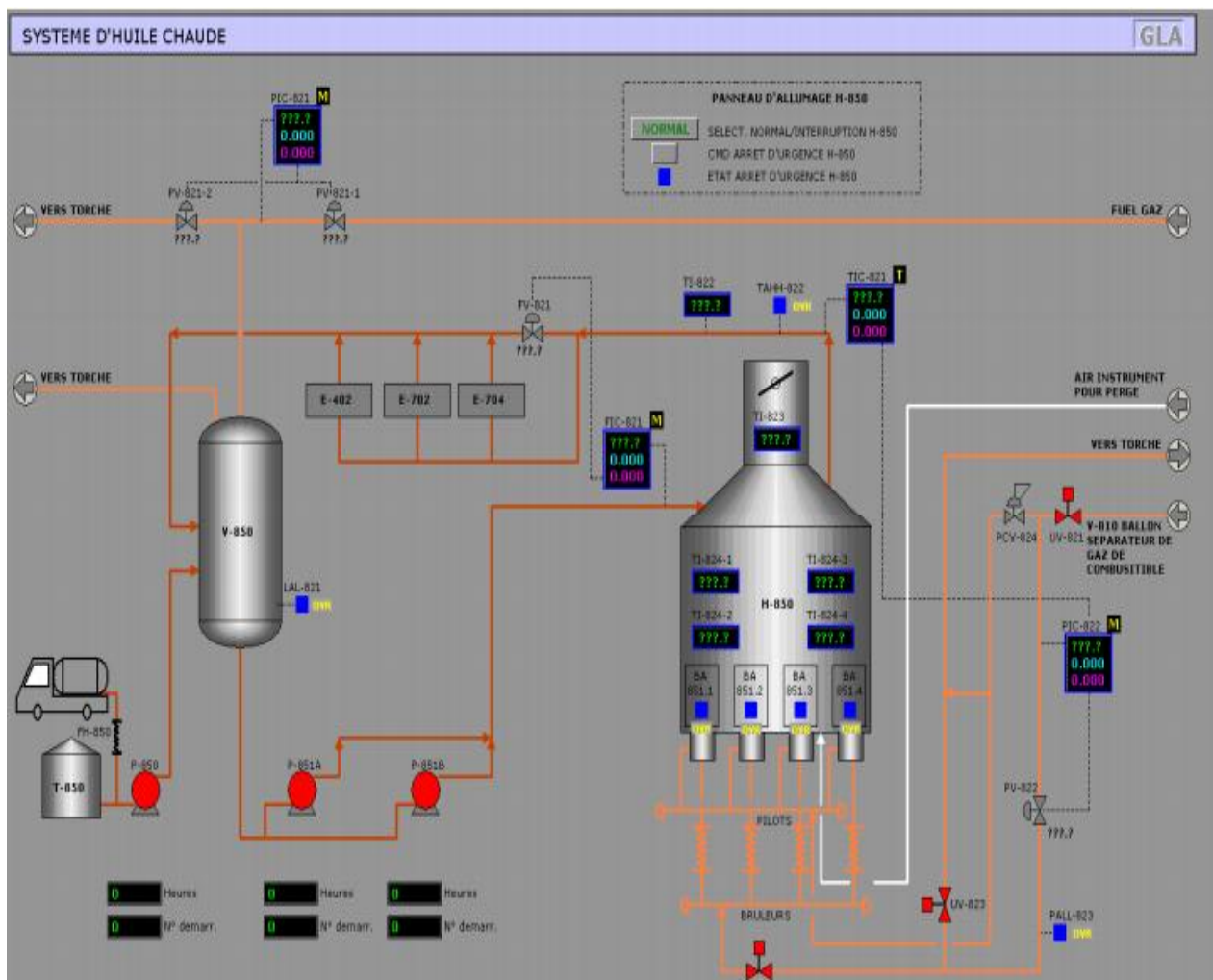


Figure 2.5 : La régulation du four H850. [7]

**Le four H401 :**

Le four H401 est de forme cylindrique verticale, il possède 3 brûleurs, son tirage est forcé. Il assure le réchauffage de gaz de régénération pour les sécheurs V403 A/B/C. Ses conditions opératoires lorsqu'il est en marche normale sont: Température d'entrée: 25°C et avec une température de sortie: 280° C.

**Tableau 2.3 :** Spécification du four H401. [7]

spécifications	
T calcul (°C)	<b>400</b>
P max (bars)	<b>27.1</b>
T service (°C)	<b>26.8/290</b>
P épreuve (bars)	<b>58</b>
Poids vide (kg)	<b>22000</b>
Surface (m <sup>2</sup> )	<b>31.5</b>

**Tableau 2. 4 :** Les facteurs de déclenchement de H401. [7]

Alarme	Désignation
LAH801	Alarme Haute niveau liquide V810
TAHH409	Alarme Très haute Température gaz
TAH410	Température des fumées de H401
FALL404	Alarme Très bas débit gaz de régénération
PSLL404	Alarme Très basse pression du fuel gaz
HS- H401	Commande arrêt d'urgence H401
HS3- H401	HMI CMD coupure flamme H401
BA401-a/b/c	Pilot ignition panel
I-2503	Logique ESD-UTG

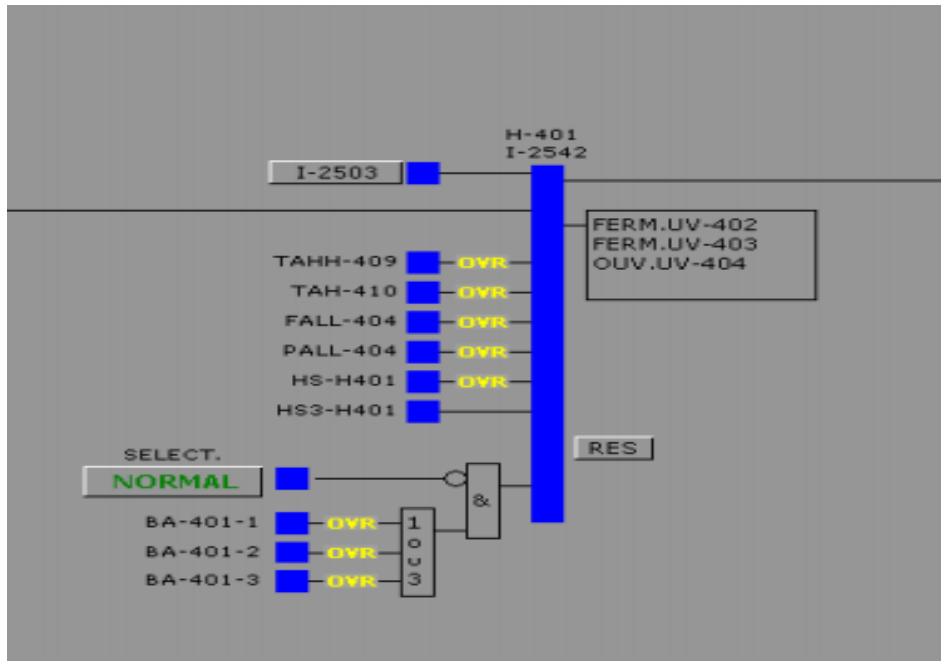


Figure 2.6 : ESD du four H401. [7]

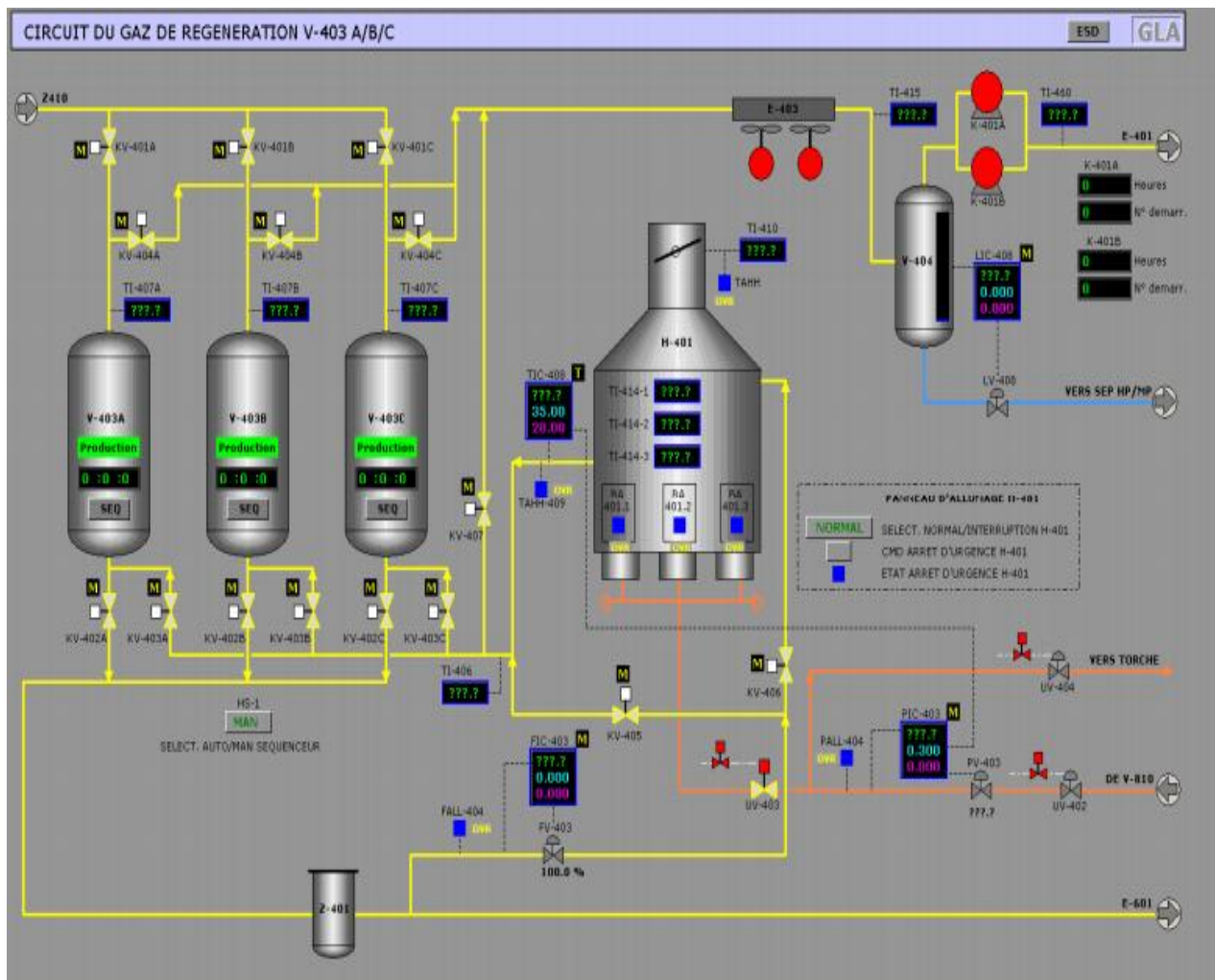


Figure 2.7 : La régulation du four H401. [7]

### 2.2.2 Problématique :

Dans le cadre de la politique HSE du groupe Sonatrach déclarée en avril 2004 par le président directeur général du groupe et qui comporte parmi ses engagements les suivantes :

- Se conformer aux dispositions légales et réglementaires en matière de Santé, Sécurité et Environnement et à élaborer ses propres standards dans ce domaine.
- Développer une démarche préventive de gestion des risques d'accidents, d'incidents, et d'atteints à la santé au travail et à l'environnement.

Pour cela, la direction régionale Haoud Berkaoui a signé un contrat (Contrat N°E/2008/HSE/12) en juillet 2010 avec le bureau DNV pour faire une étude dans l'objectif de fournir une analyse des risques liés aux activités des installations du site Haoud Berkaoui.

L'analyse de risques a comme objectif de fournir une analyse détaillée des risques potentiels de dangers associés aux installations du site Haoud Berkaoui, en s'articulant sur les points suivants :

- Analyses des causes.
- Probabilité de défaillance
- Analyses de conséquences
- Modélisation du phénomène
- Conclusion

On peut retirer l'essentiel qui nous concerne comme suite :

- La cause majeure des accidents est une surchauffe accidentelle, suite à un mauvais réglage du bruleur du four.
- La fuite d'un tube (serpentin), pourra induire un incendie à l'intérieur du four ; cependant, cet évènement ne sera un accident majeur que si celui-ci se propage vers l'extérieur du four ; elle sera classée donc comme évènement plutôt rare.
- La fréquence de défaillance augmente avec l'âge des tubes, et surtout à cause du « coking »
- Tous les accidents possibles peuvent être classifiés selon les effets physiques qu'ils provoquent : trois effets sont les plus envisageables :
  - La surpression : qui provoque une explosion interne.
  - La radiation thermique : qui provoque une boule de feu.
  - La dispersion d'un gaz toxique : ce dernier effet est absent dans notre cas.

La finalité de cette étude est l'identification des scénarios d'accidents majeurs (sécurité et environnement) : deux cas ont été mentionnés, comme suite :

- Explosion interne du four sous l'effet de la surpression
- Boule de feu sous l'effet de la radiation thermique.

Description des événements redoutés :

L'évènement redouté est une explosion interne consécutive à un arrêt de flamme au niveau des brulures (soufflage de la flamme). En cas d'arrêt de la flamme, le gaz s'accumulant dans la zone de combustion et dans la cheminée peut s'allumer (cas d'un combustible dans ces limites d'inflammabilité) suite à un point chaud, ou un rallumage tardif des bruleurs/pilotes. En plus des effets de surpression de cet évènement peut causer une boule de feu.

Chaque phénomène dangereux est caractérisé par une cinétique d'enchaînement des évènements bien spécifique. Un classement en fonction de cette cinétique, l'impact de l'évènement et les possibilités de limiter celui –ci en appliquant les méthodes d'évacuation et de protection adéquates ; la présente étude classe les deux cas comme phénomène très rapide.

Le bureau DNV a estimé sur la base de son expérience, la fréquence d'occurrence d'un incendie/explosion au niveau de l'équipement à  $10^{-4}$  par four par an. Tenant compte les deux fours, la probabilité d'incendie/explosion/boule de feux d'un four est estimée à  **$2 \cdot 10^{-4}$  par an**. La modélisation du phénomène est réalisée avec un degré de confinement choisi en maximum (zone complètement confinée).

Avec une matrice Probabilité \* Gravité = 4\*4, incluant les différentes paramètres : zone d'effet, les moyens de prévention et de protection en place..., le résultat de l'étude était comme suite :

**Tableau 2.5 :** Résultat de l'étude de dangers du bureau DNV. [5]

Phénomène	Probabilité de 1 à 4	Gravité de 1 à 4	Criticité (3 Niveaux)
<b>Explosion Interne</b>	<b>P2</b>	<b>G3</b>	<b>ALARP (Niveau 2)</b>
<b>Boule de feu</b>	<b>P2</b>	<b>G2</b>	<b>ALARP (Niveau 2)</b>

Donc, les deux scénarios sont des phénomènes redoutables ; afin de rendre le niveau de risque acceptable, les principales recommandations sont apportées de façon à installer un système d'étouffement par l'azote pour les deux fours H850 et H401.

Pour cela, la question centrale de notre étude sera la suivante :

Quels est la ou les méthodes à suivre pour choisir un système d'étouffement à l'azote des fours H850 et H401 ?

Notifiant que les deux risques se produiraient dans des zones complètement confinées, le calcul du volume d'azote nécessaire pour étouffer les deux fours sera effectué conformément à la règle **APSAD/R13** (Règle d'installation extinction automatique à gaz inertes, gaz inhibiteurs).

Cette règle s'applique aux installations fixes d'extinction à gaz par noyage total assurant la protection de bâtiments et de volumes clos.

Pour étouffer les fours, le choix technico économique réside entre deux solutions proposées :

- Installation d'un rack des bouteilles d'azote.
- Installation d'un ballon d'étouffement à l'azote.

La détection, la régulation, et l'isolement sera réalisé sous la gouvernance d'un système feu & gaz propre à la protection des deux fours.

## Chapitre 3

# **Philosophie de sécurité**



### **3.1 Introduction :**

Les activités humaines créent des risques technologiques divers : industriel, nucléaire, biologique, de rupture de barrage, de transport de matières dangereuses, etc.

Le risque industriel est soit chronique soit accidentel. Les risques chroniques résultent des différentes formes de pollutions susceptibles d'avoir un impact sur la santé des populations et l'environnement, telles que les émissions de métaux toxiques, de composés organiques volatils ou de substances cancérigènes.

Les risques accidentels résultent de la présence de produits ou/et de procédés dangereux susceptibles de provoquer un accident entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. [6]

### **3.2 Critères de conception de sécurité :**

Toutes les installations doivent être sans danger pour fonctionner et être conçus pour minimiser les effets néfastes sur l'environnement et social. Les objectifs fondamentaux de la philosophie de sécurité sont d'assurer une sécurité inhérente à la conception des nouvelles installations et, ou pour des installations existantes par :

- Remplacement des substances dangereuses / matériaux par des alternatives moins dangereuses.
- Atténuation pour réduire les conditions de processus dangereux (température, pression).
- La ségrégation de tous les matériaux dangereux.
- La simplification des systèmes / processus pour réduire les pertes potentielles de confinement ou la possibilité d'erreurs entraînant un événement dangereux.

Les objectifs de cette approche sont :

- Assurer un environnement de travail sécuritaire pour le personnel, impliqué tant dans la construction ou l'exploitation des activités.
- Minimiser le potentiel des occurrences dangereuses.
- Réduire au minimum le risque et les conséquences d'un événement accidentel.
- S'assurer que des moyens adéquats d'évacuation.
- Fournir des dispositifs de sécurité suffisante et la redondance de détecter, d'isoler et de réduire les rejets accidentels de liquides inflammables ou de gaz.
- Fournir des systèmes appropriés de protection contre l'incendie afin d'amener rapidement sous contrôle et d'éteindre tout incendie raisonnablement prévisibles qui pourraient se développer au cours des opérations normales.

- Réduire au minimum les risques de pollution de l'environnement contre les déversements accidentels ou le torchage de matières dangereuses.
- Assurer la protection de l'environnement sonore à l'égard de l'air, l'eau (mer, terre et sous terre) et des matrices de sol.

Les études de sécurité et environnementales, sont destinées à fournir les informations nécessaires pour remplir l'objectif d'une conception intrinsèquement sécuritaire.

La philosophie de sécurité se réfère à :

- Les dispositions des installations
- Les systèmes de procédé
- Les systèmes de sécurité (ESD)
- Les systèmes électriques
- Le système de feu et gaz (F&G)
- Les systèmes de protection contre les incendies
- Les équipements de protection individuels et des dispositifs
- Les systèmes d'évacuation

Pour s'assurer que ces objectifs soient atteints, un système de gestion des risques doit être mis en œuvre dans la conception des installations.

Le système de gestion de risque comprend, mais n'est pas limité à, la définition de la philosophie de sécurité et l'exécution des activités d'évaluation des dangers requises, y compris les études de HAZID et HAZOP. [7]

### **3.3 Codes, Normes, et Standards :**

Les aspects de la conception qui sont liées à la sécurité doivent respecter les règlements applicables, les codes de pratique et de normes.

- Lois Algériennes en matière de HSE.
- Codes SONATRACH.
- Codes / standards internationaux.

### **3.4 Philosophie pour l'implantation**

La conception de l'agencement tiendra compte de certains critères de sécurité afin de minimiser les risques pour le personnel et les équipements contre les incendies ou les rejets de gaz inflammables et de maximiser la capacité de faire face à toutes les situations d'urgence possibles. Les principes généraux pour la définition des dispositions des usines devront prendre en compte les exigences des enjeux des études de risque dédié.

- Critères de disposition pour minimiser les risques.
- Access et évacuation.
- Prévention et Contrôle des accidents.

### **3.5 Les systèmes électriques :**

La conception du système électrique devra être en conformité avec les codes, les pratiques d'ingénierie du son et les normes internationales. Le système électrique devra être conçu pour fournir les éléments suivants :

- La sécurité du personnel et du matériel.
- Réduction des risques.
- La fiabilité du service.
- Énergie de secours suffisant pour l'arrêt en toute sécurité en cas d'incident.

### **3.6 Système d'arrêt d'urgence :**

#### **3.6.1 Objectif du système d'arrêt d'urgence :**

Les principaux objectifs que le système doit remplir sont :

- Protéger le personnel ;
- Empêcher et/ou minimiser la pollution de l'environnement ;
- Protéger les unités et les équipements ;
- Empêcher et/ou minimiser la perte d'hydrocarbures.

Dans ce but, le système doit détecter toute déviation exagérée ou à risque des conditions opératoires du procédé par rapport à la situation normale et ramener de manière contrôlée l'installation à une configuration plus sûre.

Il devra également ramener l'unité à une configuration sûre :

- En cas de détection de feu ou de gaz par le système Feu et Gaz,
- En cas de détection de pression très basse d'air instrument,
- En cas de baisse de tension de l'alimentation électrique ;
- Détection d'anomalies par le système de contrôle et de protection de la logique de la machine.

Pour remplir ces objectifs et selon les circonstances le système doit réaliser automatiquement les actions suivantes :

- Isoler l'unité par rapport aux flux d'hydrocarbures afin de limiter les pertes vers le milieu ambiant et atténuer les effets consécutifs à cette situation anormale.
- Arrêter tout équipement qui pourrait amplifier la situation anormale (par exemple, interrompre l'alimentation en chaleur des réchauffeurs, couper l'alimentation électrique) et/ou les équipements qui pourraient être endommagés en continuant à fonctionner.
- Isoler les équipements du procédé de manière à ce que la dépressurisation et/ou le drainage puissent être lancés si nécessaire.

Les fonctions d'arrêt doivent être limitées à celles requises par la sécurité et rester proportionnelles à la situation détectée. [7]

### 3.6.2 Architecture de l'arrêt d'urgence :

L'architecture du système d'arrêt d'urgence de l'installation est basée sur 3 niveaux de sécurité progressifs dans leurs effets : [5]

- **Les arrêts ESD (Emergency shut down) :** impliquant l'entière du procédé, gérés par un automate de sécurité. C'est un ensemble d'automatismes (ou interlocks) qui permettent d'interrompre la circulation des produits par arrêt des machines tournantes (pompes, compresseurs etc.) et par fermeture des vannes d'isolement appelées ESDV. Un arrêt ESD est déclenché par un incident majeur dans les installations : c'est le niveau de sécurité maximum. Il autorise la dépressurisation de tout ou partie des installations.
- **Les arrêts procédés PSD (Process Shutdown) :** impliquant un ou plusieurs équipements, gérés par un automate de sécurité. C'est un ensemble d'automatismes capables de détecter les déviations du procédé, puis d'arrêter rapidement une unité de procédé ou un équipement, et de les isoler par fermeture de vannes d'isolement appelées PSDV.  
Un arrêt PSD est déclenché par un incident grave mais de moindre importance que pour l'arrêt ESD.
- **Les arrêts USD (Unit Shutdown) :** gérés par le système. C'est un ensemble de fonctions qui arrêtent une section ou un équipement sans impliquer d'organe de sécurité (ESDV ou PSDV). Les arrêts USD sont déclenchés par des incidents mineurs. D'une manière générale, les arrêts USD doivent permettre de maintenir la production par mise en route des équipements en secours ou par utilisation de solutions temporaires.

### 3.7 Système de détection d'incendie et de gaz :

Le système de détection de gaz et d'incendie doit détecter rapidement un incendie ou un rejet de gaz et activer automatiquement des alarmes, des actions pour l'arrêt / la dépressurisation et des actions de lutte contre l'incendie (le cas échéant). [7]

#### 3.7.1 Détection d'incendie :

Les systèmes de détection d'incendie doit être installé là où il est considéré que le développement d'un incendie constitue une menace possible à l'installation. Le système de détection d'incendie doit être conçu pour :

- La détection d'un incendie le plus tôt possible.
- Activer des actions de prévention ou d'arrêt à un stade précoce afin d'atténuer les conséquences.
- Alerte personnel du danger.

- Activer le système ESD.
- Activer les systèmes de protection et de lutte contre l'incendie (le cas échéant).

La sélection des détecteurs d'incendie d'une zone doit tenir compte de la prime prévue indication d'un incendie. Des détecteurs de température, de fumée et de flamme doivent être considérés, en fonction de la nature de l'incendie devrait être détecté et l'environnement dans lequel sont situés les détecteurs.

L'emplacement des détecteurs d'incendie doit tenir compte des questions suivantes :

- Localisation de source prévisible de la fuite.
- Dispersion / dilution de gaz déchargé et l'influence du dessin du système de ventilation.
- Flux prévu des gaz chaud de combustion.
- Configuration du système de procédé.
- L'accessibilité pour l'entretien et les essais.

### **3.7.2 Détection de gaz inflammable :**

La détection de gaz inflammable doit être fournie aux endroits où les rejets accidentels ou l'ignition de ces gaz constituent une menace possible à l'usine ou le personnel. La détection de gaz inflammable doit être conçue pour :

- Détecter une fuite de gaz inflammable le plus tôt possible et avertir le personnel de l'imminence d'un danger.
- Autoriser les actions préventives qui doivent être prises afin de réduire les fuites et Isoler les sources d'ignition.

Le nombre et le type de détecteurs doivent être définis sur une évaluation qu'il tienne compte :

- Les matériaux traités dans la zone de détection.
- Le taux de dégagement de gaz et de la flottabilité.
- Les conditions de procédé (par exemple, haute pression, basse température) qui pourrait nuire à la dispersion des gaz libérés.
- La probabilité de détecter avec succès les matières rejetées et les accidents potentiels majeurs.

Les conditions de l'ambiance et les sources plus probables d'ignition nécessitent de un examen attentif dans le choix et le positionnement des détecteurs de gaz. L'installation, les essais et la maintenance devra assurer la fiabilité afin de réduire au minimum la possibilité de fausses alarmes.

### **3.7.3 Boutons Poussoirs :**

En plus des dispositifs de détection automatique d'incendie, des boutons poussoirs doivent être stratégiquement installés dans des usines, parce qu'ils sont plus efficace en cas de petits incendies dans les zones de procédé. [7]

### **3.7.4 Système d'alarme :**

- Alarme acoustique et visuelle par feu (ALF) :
- Alarme acoustique et visuelle par gaz méthane (ALG) :
- Alarme acoustique et visuelle par avertissement de déclenchement (AL1/AL2) :
- Système téléphonique d'alarme :

### **3.8 Système de protection incendie :**

Le système de protection incendie doit être conçu de manière que, après avoir confirmé la détection d'incendie, il est activé au début de l'élimination des sources de carburant et / ou d'éteindre / de contrôle de l'incendie, en évitant l'escalade de la situation d'urgence.

#### **3.8.1 Protection Incendie Active :**

La protection active regroupe l'ensemble des moyens d'extinction incendie (fixes, mobiles ou portables) utilisés en réponse à une détection incendie automatique ou manuelle.

La détermination des moyens et agents d'extinction incendie tient compte de la nature de l'incendie, de l'évolution envisagée, du mode de propagation probable.[5]

##### **3.8.1.1 Réseau de lutte contre-incendie :**

Le réseau doit être maillé du système de lutte contre l'incendie ainsi que tous ses éléments doivent être facilement accessibles et utilisables lors des situations de dangers et d'urgence.

##### **3.8.1.2 Système anti-incendie à eau :**

Les systèmes d'extinction agissent par inondation, arrosage, brumisation ou vaporisation. Le mode d'application de l'agent extincteur doit être défini en fonction des équipements à protéger et du degré de protection souhaité (extinction ou refroidissement).

##### **3.8.1.3 Système anti-incendie à gaz (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar,..) :**

Le système d'extinction automatique au (CO<sub>2</sub>,N<sub>2</sub>...) sera prévu pour la protection des installations fixes d'extinction à gaz par noyage total assurant la protection de bâtiments et de volumes clos.

(Locaux techniques, sous stations électriques, compresseur sous abris, fours..).

##### **3.8.1.4 Système anti-incendie à poudre :**

La protection contre incendie pour les compresseurs, et les Pompes dans les usines sera assurée par des systèmes d'extinction automatique anti incendie à poudre.

##### **3.8.1.5 Système anti-incendie à mousse :**

Dans les zones concernées les zones de traitement d'huile et où les incendies sont liés à la présence d'hydrocarbures, les lances et les RIA seront conçus pour délivrer de l'eau et de la mousse.

### **3.8.1.6 Protection par extincteurs portables :**

L'utilisation des extincteurs mobiles et portables vise en premier lieu la maîtrise des incendies de faible ampleur.

Exemple : ( extincteur portables de 5 Kg CO<sub>2</sub>, des extincteurs portables de 6 et 9 Kg poudre).

### **3.8.2 Protection Incendie Passive :**

La protection passive consiste à protéger, par des moyens essentiellement basés sur l'inertie thermique, les équipements et les structures pour empêcher et/ou réduire leur élévation en température et leur effondrement dans le cas où ils seraient exposés aux flammes au-delà de leur limite de résistance naturelle aux radiations thermiques.[5]

Les objectifs de la prévention passive sont de :

- Retarder l'élévation en température des éléments exposés au feu,
- Maintenir l'intégrité des installations, tout au moins dans les premières phases de développement de l'incendie,
- Empêcher le risque d'explosion ou le retarder.
- Réduire les effets dominos et l'extension des risques.

Pour permettre de déterminer les exigences en matière d'ignifugeage, les équipements et zones exposés aux risques d'incendie sont définis comme suit :

#### **a) Équipement au risque potentiel d'incendie :**

Les réservoirs, échangeurs de chaleur, pompes, réchauffeurs et autres équipements contenant des hydrocarbures ou d'autres liquides ou vapeurs combustibles ou inflammables.

#### **b) Équipement non au risque potentiel d'incendie :**

Les tuyauteries, ballons tampon et ballons de purge isolés des équipements et réservoirs exposés aux risques d'incendie et ne contenant pas de fluides inflammables.

#### **c) Zone exposée aux risques d'incendie :**

Une protection passive doit être appliquée sur les structures, supports et équipements dont une rupture ou un effondrement soudain pourrait engendrer des risques pour le personnel, une extension de l'incident ou une pollution inacceptable de l'environnement.

### **3.9 Matériels de sécurité :**

Pour s'assurer la sécurité et la santé du personnel d'exploitation, divers types d'équipements de protection individuelle doivent être fournis et stratégiquement situés à travers les zones d'installations et de bâtiments. [7]

### **3.10 Protection de l'environnement :**

Les principes fondamentaux à mettre en œuvre pour préserver l'environnement, c'est de recenser les aspects environnementaux liés à la construction et de préciser pour chacun d'eux les limites acceptables.

La prévention de la pollution est : « l'utilisation de procédés, pratiques, matériaux, produits, substances ou formes d'énergie qui, d'une part, empêchent ou réduisent au minimum la production des polluants ou de déchets, et d'autre part, réduisent leurs impacts sur l'environnement ou la santé humaine ».

Les plans de prévention concernent les aspects identifiés sur l'environnement, qui sont : (Rejets gazeux, Rejets liquides, Rejets solides, Risques liés à l'utilisation des produits chimiques, émissions sonores).

La législation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement est la base juridique de la politique de l'environnement industriel.

Les activités industrielles qui relèvent de la législation des installations classées sont énumérées dans une nomenclature qui les soumet soit à un régime de déclaration, soit à un régime d'autorisation. Ces activités doivent respecter les règlements applicables, les codes de pratique et de normes. [6]



## Chapitre 4

# **Contribution à l'augmentation de la protection des fours H850 & H401**

#### 4.1 Introduction :

Notre étude entre dans l'objectif d'améliorer la sécurité préventive et ce par l'ajout des barrières de sécurité afin d'éviter toutes éventuelles incendie ou explosion par :

- a) Dimensionnement des équipements de stockage d'Azote (Ballon ,Rack des Bouteilles).
- b) Amélioration du système d'arrêt d'urgence (ESD) et création d'un système Feu & Gaz des deux fours .

#### 4.2 Dimensionnement d'un système d'étouffement des fours H850 et H401 :

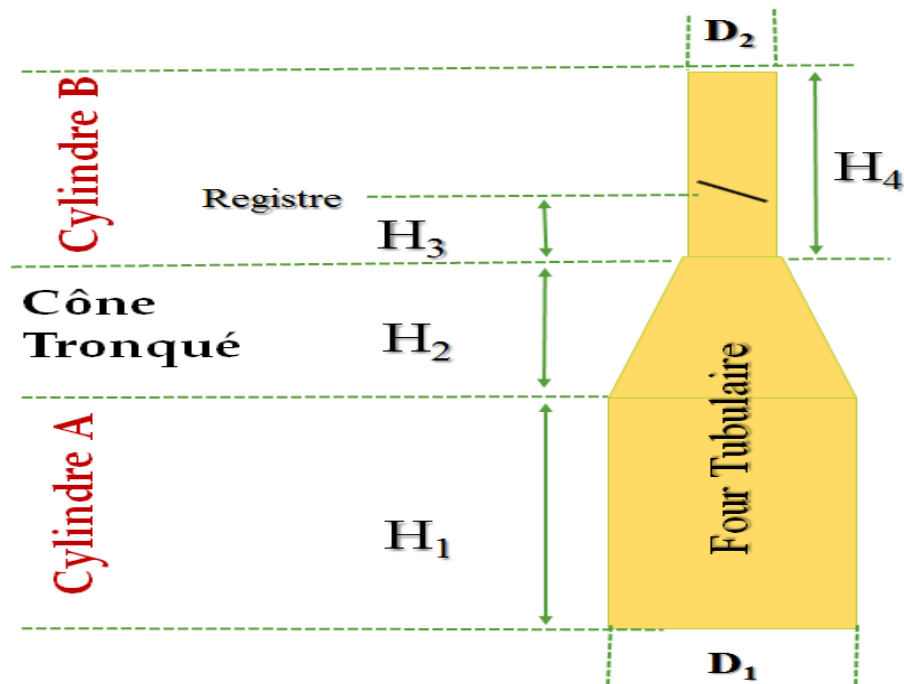
Pour le dimensionnement des équipements de stockage d'Azote on a suivi les étapes suivantes:

- Calcul des volumes des fours H850 & H401 .
- Calcul des quantités de base pour les deux fours, utilisant la règle (APSAD R13).
- Calcul des débits massiques de l'agent extincteur (l'Azote).  
Calcul des volumes des capacités d'étouffement.
- Calcul des Hauteurs, Diamètres et épaisseurs des ballons d'étouffement.

##### 4.2.1 Calcul des volumes des fours H850 & H401 :

**Tableau 4.1 :** Les données de départ pour les deux fours H850 et H401. [2]

	Four H850	Four H401
D1 (mm)	4079	2400
D2 (mm)	1588	518
H1 (mm)	11400	3900
H2 (mm)	2000	1825
H3 (mm)	1700	1000
H4 (mm)	4800	4650



**Figure 4.1** : Les dimensions du four tubulaire

#### 4.2.1.1 Calcul du volume du four H850 :

Volume totale du four = Volume du cylindre A+ Volume du cône tronqué  
+ Volume du cylindre B.

$$\text{Volume du cylindre} = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 H$$

$$\text{Volume du cône tronqué} = H \left(\frac{\pi}{3}\right) (r_1^2 + r_2^2 + r_1 * r_2 )$$

Alors :

$$\text{Le volume du cylindre A} = 148.89 \text{ m}^3$$

$$\text{Le volume du cylindre B} = 3.95 \text{ m}^3$$

Le volume du cône tronqué est égal à :

$$(\pi \times 0.7942 \times 2 / 3) \times [1 + 2.0395/0.794 + 2.03952/0.7942] = 13.42 \text{ m}^3$$

$$\text{Le volume total du four H850} = \mathbf{166.27 \text{ m}^3}$$

#### 4.2.1.2 Calcul du volume du four H401 :

$$\text{Le volume du cylindre A} = 17.63 \text{ m}^3$$

$$\text{Le volume du cylindre B} = 0.21 \text{ m}^3$$

Le volume du cône tronqué est égal à :

$$(\pi \times 1.22 \times 1.825 / 3) \times [1 + 0.259/1.2 + 0.2592/1.22] = 3.47 \text{ m}^3$$

$$\text{Le volume total du four H401} = \mathbf{21.31 \text{ m}^3}$$

## 4.2.2 Exigences de la règle APSAD R13 pour l'utilisation de l'agent extincteur

### 4.2.2.1 Définition et domaine d'application :

La règle d'installation d'extinction automatique à gaz, gaz inertes, gaz inhibiteurs (A.P.S.A.D. R13) a été élaborée au sein des instances de la direction des assurances de biens et de responsabilité de la fédération française des sociétés d'assurances (F.F.S.A.), en partenariat avec les organismes suivantes :

C.N.P.P. : Centre Nationale de Prévention et de protection

G.I.F.E.X. : Groupement des installateurs fabricants de systèmes d'extinction fixes

Elle définit les exigences minimales de conception, d'installation et de maintenance des systèmes d'extinction automatique utilisant des gaz inertes ou des gaz inhibiteurs ainsi que des exigences relatives à l'extension ou à la modification d'installation existantes.

Cette règle s'applique aux installations fixes d'extinction à gaz par noyage total assurant la protection de bâtiments et de volumes clos.

Ce mode d'extinction est particulièrement adapté contre les feux de surface dont l'énergie est principalement contenue dans les flammes (liquides inflammables, gaz combustibles, matières combustibles comme bois ou papier, installation électrique ou électronique). [8]

Notre étude est réservée à l'azote (IG100) comme agent extincteur, pour des raisons de disponibilité (présence d'un centre de conditionnement de l'azote à côté et à la portée de la direction régionale Haoud Berkaoui)

**Tableau 4.2** : Les Agents extincteurs retenus par la règle APSAD/ R13 [8]

	Agent extincteur	Dénomination chimique	Formule
Gaz Inhibiteur	HFC 227 ea	Heptafluoro-propane	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
	HFC 23	Trifluoro-méthane	CHF <sub>3</sub>
	IG 55	Azote 50%, Argon 50%	N <sub>2</sub> , Ar
Gaz Inerte	IG 541	Azote (52%), Argon (40%), CO <sub>2</sub> (8%)	N <sub>2</sub> , Ar, CO <sub>2</sub>
	IG 01	Argon	Ar
	<b>IG 100</b>	<b>Azote</b>	<b>N<sub>2</sub></b>

### Propriété physique de l'agent extincteur IG100

- Dénomination chimique : Azote
- Formule : N<sub>2</sub>
- Appellation commerciale : Azote ou Cerexen
- Masse moléculaire : 28.01
- Masse volumique dans les CNTP : 1.250 kg/m<sup>3</sup>
- Température d'ébullition à 1.013bars : - 195.8°C
- Température de congélation : -210°C
- Pression de stockage à 20°C : 135/162/200 bars phase gazeuse

#### Généralités sur l'azote :

L'azote est un gaz que l'on trouve dans l'air qui nous entoure (78% de l'air). Lavoisier a choisi le nom « azote », dérivé du grec azotikos, ce qui signifie "absence de vie", en référence au fait que, contrairement au dioxygène, il n'est pas nécessaire à la vie. L'azote est inerte. Il n'est pas toxique pour autant que de grandes quantités ne soient pas répandues dans l'atmosphère, ce qui provoquerait une asphyxie.

**Tableau 4.3** : Les caractéristiques de l'azote. [8]

Azote	caractéristiques	Avantages	inconvénients
N <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densité presque de celle de l'air (0.97)</li> <li>• Inodore</li> <li>• incolore</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• économique</li> <li>• inerte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potentiellement asphyxiant dès que O<sub>2</sub>&lt; 17%</li> </ul>

#### 4.2.2.2 Conception et installation :

**4.2.2.2.1 Quantité de base :** ou quantité de gaz, définie par calcul, à émettre dans la zone protégée.

Gaz liquéfiés :  $M = (C/(100-C)) * (V/S)$

Un gaz liquéfié : est un gaz ou mélange de gaz stocké sous forme liquide à la température ambiante (15 à 20°C).

Gaz non liquéfiés :  $Q = V * (S_R/S) \ln (100/(100-C))$

Un gaz non liquéfié : est un gaz ou mélange de gaz qui dans des conditions de pression et de température admissibles est tout jours présente sous forme gazeuse.

Q : le volume de l'agent extincteur total en m<sup>3</sup>

M : la masse totale de l'agent extincteur en kg

C : la concentration nominale d'extinction en % du volume de la zone

V : le volume net de la zone à protégée en m<sup>3</sup>

$S = K_1 + K_2 T$  : volume spécifique en m<sup>3</sup>/kg à la température T et à une pression absolue de 1,013 bars

$S_R$  : volume spécifique en m<sup>3</sup>/kg à la température de remplissage de référence

$K_1$  et  $K_2$  : les constantes spécifiques à l'agent extincteur utilisé

(Pour l'azote,  $K_1=79968$  et  $K_2=0.00293$ )

T : la température ambiante minimale prévue de volume protégé en °C

**4.2.2.2.2 Concentration d'extinction :** Concentration minimale d'agent extincteur nécessaire pour éteindre la flamme d'un combustible particulière dans les conditions expérimentale définies en excluant tout coefficient de sécurité (mesure relevée à l'aide de bruleur à coupelle)

**4.2.2.2.3 Concentration nominale d'extinction :** la concentration d'un agent extincteur à la quel on ajoute 30% comme coefficient de sécurité (concentration d'extinction mesurée × 1,3)

La concentration nominale d'extinction pour l'azote est mesurée par rapport à l'heptane :

**Tableau 4.4 :** La concentration nominale d'extinction pour l'agent extincteur IG 100 :  
(Nom commerciale : Azote ou Cerexen). [8]

Combustible	Concentration d'extinction selon la norme ISO/FDIS 14520	Concentration nominale d'extinction
Heptane	33.6 %	43.68 %

La quantité de base Q sera calculé en utilisant la formule et le tableau ci-dessus.

**4.2.2.2.4 Calcul de la quantité de base Q :**

les données climatiques du site Guellala- Centre [2] , montre que :

Les températures ambiantes mini/maxi sous l'abri = -5/45°C

$$S = K_1 + K_2 T = 79968 + 0.00293*(-5) = 79967.985$$

$$S_R = K_1 + K_2 T_R = 79968 + 0.00293*(20) = 79968.058 \text{ (avec } T_R = 20^\circ\text{C)}$$

$$S_R/S = 79968.058/79967.985 = 1.000000913 \approx 1$$

**$Q = V * 0.5741$**

$$\ln (C/(100-C)) = \ln (100/100-43.68) = 0.5741$$

Donc :

$$Q'_{H850} = 166.27 * 0.5741 = 95.45 \text{ m}^3$$

$$Q'_{H401} = 21.31 * 0.5741 = 12.23 \text{ m}^3$$

#### 4.2.2.2.5 Correction selon l'altitude :

La quantité nominale de l'agent extincteur doit être corrigée pour compenser les pressions ambiantes qui varient de plus de 11% pour environ 1000 m de changement de niveau. Le facteur de correction équivalent au rapport de pression ambiante moyenne du local / par le niveau de pression nominale au niveau de mer (1.013 bar, 20°C).

La relation utilisée pour le calcul du facteur de correction :

$$f = 5.3788 \cdot 10^{-9} H^2 - 1.1975 \cdot 10^{-4} H + 1$$

Altitude du site (Guellala Centre) = + 222 m au niveau de la mer [2]

$$f = 5.3788 \cdot 10^{-9} (222)^2 - 1.1975 \cdot 10^{-4} (222) + 1$$

$$f = 0.973679$$

Donc :  $Q_{H850} = 95.45 \cdot 0.973 = 92.872 \text{ m}^3$  et  $Q_{H401} = 12.23 \cdot 0.973 = 11.899 \text{ m}^3$

$$Q_{H850} = 92.872 \text{ m}^3$$

$$Q_{H401} = 1.899 \text{ m}^3$$

#### 4.2.2.2.6 Temps d'émission :

Selon la règle R13 APSAD, pour les gaz inertes, le temps d'émission nécessaire pour obtenir 95% de la concentration nominale d'extinction ne doit pas dépasser 60 secondes à la température minimum de stockage des conteneurs.

#### 4.2.2.2.7 Structure de l'enceinte à protégée :

a) **Étanchéité** : pour le maintien de la concentration efficace pendant le temps requis, la règle R13 exige que la zone présente des caractéristiques d'étanchéité suffisante.

b) **Résistance à la pression** : la totalité de l'enceinte doit résister à l'augmentation de pression apparaissant pendant l'émission de gaz. [8]

#### 4.2.3 Calcul des débits massiques de l'agent extincteur (l'Azote):

A partir de la règle APSAD/R13 on a calculé les quantités de base pour les deux fours :

$$Q_{H401} = 11.899 \text{ m}^3 \text{ et } Q_{H850} = 92.872 \text{ m}^3$$

Pour le cas de l'azote ( $z \approx 1$ ) on travail initialement avec la loi des gaz parfaits  $PV = nRT$ .

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

Avec  $P_1, V_1, T_1$  : les conditions normales de P et T = (1atm, 273.15°K).

- Pour le four H850

$$P_2 = 1 \text{ atm}, V_2 = 92.872 \text{ m}^3, T_2 = 268^\circ\text{K}$$

$$\text{Donc : } V_1 = 94.604 \text{ m}^3$$

Avec une densité d'azote dans les conditions normales égale  $1.250 \text{ kg/m}^3$

La quantité de base en masse =  $94.604 \cdot 1,250 = 118.255 \text{ kg}$

Le débit massique est calculé sur la base d'un temps d'émission égale 60 seconds (APSAD/R13)

Donc :  $Q_M(\text{H850}) = 118.255$  kg/min =  $118.255 * 60 = 7095.3$  kg/h.

$$Q_M(\text{H850}) = 7095.3 \text{ kg/h}$$

- Pour le four H401

$P_2 = 1 \text{ atm}$ ,  $V_2 = 11.899 \text{ m}^3$ ,  $T_2 = 268^\circ\text{K}$

Donc :  $V_1 = 12.127 \text{ m}^3$

La quantité de base en masse =  $12.127 * 1.250 = 15.158 \text{ kg}$

Et  $Q_M(\text{H401}) = 15.158$  kg/min =  $15.158 * 60 = 909.525$  kg/h.

$$Q_M(\text{H401}) = 909.525 \text{ kg/h}$$

#### 4.2.4 Calcul des volumes des capacités d'étouffement :

Dans les procédés de traitement de pétrole et de gaz, on distingue deux types des capacités :

- a) capacités avec éléments internes comme : colonnes, réacteurs, échangeurs de chaleur, et rebouilleurs, dans les quels leurs dimensionnement est basé à la fois, sur les qualités des effluents et des influents et sur les bilans matières et énergétiques ;
- b) et autres sans éléments internes : comme réservoirs de stockage intermédiaires ou terminales, et les ballons qui assurent l'alimentation certaines équipement statiques (fours tubulaires, colonnes) ou machines tournante (pompe, compresseur), dans lesquels leurs dimensionnement est basé sur des formules empiriques.

Les ballons à effluents liquides sont toujours placés horizontalement, et les ballons qui contiennent soi du gaz ou un mélange gaz- liquide sont positionnés verticalement.[9]

**Pour notre cas :** on travaille avec un ballon sans éléments interne et un effluent gazeux (azote) donc le ballon sera positionné en vertical.

Lors de dimensionnement de ce type des capacités il faut respecter certains critères qui sont les suivants :

- le ratio Hauteur/Diamètre qui doit être dans la fourchette entre 2.5 et 5 ; et le choix dépend de la pression de calcule mentionné dans le tableau ci-dessous :



**Tableau 4.5** : Ratio H/D des ballons de type sans éléments interne. [9]

P(psi)	de 0 à 250	de 251 à 500	+ 501
P(bars)	De 0 à 17.24	De 17.31 à 34.48	+ 34.55
H/D	3	<b>4</b>	5

- le volume du ballon dépend du débit du flux sortant, mais aussi de quel manière la chute de pression dans l'équipement statique ou la machine tournante qui réceptionne ce flux, à été contrôlée.
- Conventionnellement, le volume du ballon est exprimé en terme de nombre des minutes de flux assurant un demi-remplissage.

Dans la plupart des cas, de 5 à 10 min de demi remplissage est admet, sauf les deux cas suivantes :

- Les ballons qui alimentent les fours tubulaires pour la quel 10 à 30 min est opté.
  - Les ballons de purge en amont des compresseurs pour la quel 10 à 20 min est retenue.
- Les autres cas comme : ballon de reflux pour colonne de fractionnement, séparateurs liquide- liquide, ou liquide – gaz, décanteurs, nécessitent autres détails et considérations (Nombre de Reynolds, Diamètre de gouttelette, coalescence, ...etc.) [9]

**Pour cela** : les formules qu'on utilise pour calculer le volume du conteneur d'azote gazeux utilisé pour l'étouffement des fours tubulaires en cas d'incendie sont données comme suite :

$$\text{Densité } (\rho) = (P * 10^5 * MW) / (z * R * (273.15+T))$$

$$V = (\Delta t * Q_M) / 60 * (\rho_{P1} - \rho_{P2})$$

(Formules données par HEURTEY PETROCHEM) [10]

Avec :

**V** : Volume total du ballon d'étouffement

**Δt** : Temps ballon demi rempli (half surge time) = 10 min

**Q<sub>M</sub>** : Débit massique de l'azote gazeux

**MW** : Masse molaire de l'azote = 28 kg/mol

**P<sub>1</sub>** : Pression initiale en bars = 16.2 bars (la pression de calcul = 18 bars : cette pression est convenablement adaptée avec la portée de la pompe de décharge des unités d'inertage à l'Azote)

**P<sub>2</sub>** : Pression finale en bars = 2 bars

$\rho_{P1}$  : Densité initiale à P1 = 16.376 kg/m<sup>3</sup>

$\rho_{P2}$  : Densité finale à P2 = 2.021 kg/m<sup>3</sup>

$z$  : Facteur de compressibilité = 1

$R$  : Constante des gaz parfaits = 8.314 J/°K. Mol.

$T$  : Température opératoire = 60 °C

#### 4.2.4.1 Calcul de volume du ballon d'étouffement pour le four H850 :SDH850.

$$V = (\Delta t * Q_M) / 60 * (\rho_{P1} - \rho_{P2})$$

$$V = (10 * 7095.3) / 60 * (16.376 - 2.021) = 82.379 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume du ballon SDH850} = 82.38 \text{ m}^3$$

#### 4.2.4.2 Calcul de volume du ballon d'étouffement pour le four H401 :SDH401

$$V = (\Delta t * Q_M) / 60 * (\rho_{P1} - \rho_{P2})$$

$$V = (10 * 909.525) / 60 * (16.376 - 2.021) = 10.560 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume du ballon SDH401} = 10.56 \text{ m}^3$$

D'après le tableau 4.3 ci-dessus : Le ratio H/D pour les deux ballons égale 4 :

$$H/D = 4$$

En utilisant le simulateur HYSYS pour calculer la Hauteur (H) et le Diamètre (D),

Les résultats obtenus sont :

- Pour le ballon SDH850 :

$$H1 = 12.00 \text{ m}$$

$$D1 = 2.956 \text{ m}$$

- Pour le ballon SDH401 :

$$H2 = 6.000 \text{ m}$$

$$D2 = 1.497 \text{ m}$$

#### 4.2.5 Calcul des épaisseurs des ballons d'étouffement :

Pour les capacités sous pression interne. [7]

L'épaisseur de la tête ellipsoïdale :  $t_1 = P * D / (2S * E - 0.2P)$

L'épaisseur de la virole  $t_2 = P * R / (S * E - 0.6P)$

Avec:

D: Diamètre (inch.),

E: Efficacité de joint (0.6–1.0),

P: Pression (psi),

R : Rayon interne (inch.),

S : Contraints admissibles (psi),

t: Épaisseur de virole ou de fond( sup, inf) (inch.).

#### 4.1.5.1 Calcul des épaisseurs du ballon SDH850

Volume du Ballon SDH850 = 82.38 m<sup>3</sup>

H/D= 4, avec : H1 =12.00 m, et D1=2.956 m

Pcalcul =18 bars (La pression de calcul est supérieure de 10 % de la pression de service. [11])

a) L'épaisseur de la tête ellipsoïdal (h/D=4):

D: Diamètre = 2.956 m

E: Efficacité de joint (0.6–1.0), = 1.0 [8]

S : Contraints admissibles = 17.500 psi = 1206.582 bars

(Selon le code ASME/Acier au carbone SA516 Gr 70N, -28,88<T°C<343,3). [9] et [12]

t<sub>1</sub> : l'épaisseur du fond (sup, inf) (en mm).

$$t_1 = P * D / (2 S * E - 0.2 P)$$

$$= 18 * 2.956 / (2 * 1206.582 * 1.0 - 0.2 * 18)$$

$$= 22.098 \text{ mm} + 3 \text{ mm.}$$

Alors : **t<sub>1</sub> = 25.098 mm** (3 mm = surépaisseur de corrosion)

b) L'épaisseur de la virole :

D: Diamètre interne = 2.956 m. donc, R: Rayon interne = 1.478 m

E: Efficacité de joint (0.6–1.0), = 1.0

S : Contraints admissibles = 17.500 psi = 1206.582 bars

t<sub>2</sub> : épaisseur de virole (en mm).

$$t_2 = P * R / (S * E - 0.6 P)$$

$$= 18 * 1.478 / (1206.582 * 1.0 - 0.6 * 18).$$

$$= 22.250 \text{ mm} + 3 \text{ mm} .$$

Alors : **t<sub>2</sub> = 25.25 mm** (3 mm = sur épaisseur de corrosion).

#### 4.2.5.2 Calcul d'épaisseur du ballon SDH401

Volume du Ballon SDH401 = 10.56 m<sup>3</sup>

H/D= 4, et H2=6.00 m, D2 =1.497m

a) L'épaisseur de la tête ellipsoïdal (h/D= 4):

P calcul = **18 bars**.

D: Diamètre = 1.497 m

E: Efficacité de joint (0.6–1.0), = 1.0 [8]

S : Contraints admissibles = 17500 psi = 1206.582 bars

(S : pour ASME/ Acier au carbone SA516 Gr 70N,  $-28,88 < T^{\circ}\text{C} < 343,3$ ) [7] et [10]

$t_1$  : épaisseur du fond (sup, inf) (inch.).

$$t_1 = P * D / (2 S * E - 0.2 P)$$

$$= 18 * 1.497 / (2 * 1206.582 * 1.0 - 0.2 * 18)$$

$$= 11.176 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

Alors :  $t_1 = 14.176 \text{ mm}$  (3 mm = sur épaisseur de corrosion).

b) L'épaisseur de la virole :

P calcul = 18 bars

D: Diamètre = 1.497m, donc, R: Rayon = 0.7485 m

E: Efficacité de joint (0.6–1.0), = 1.0

S : Contraints admissibles = 17500 psi = 1206.582 bars

$t_2$  : épaisseur de virole (inch.).

$$t_2 = P * R / (S * E - 0.6 P)$$

$$= 18 * 0.7485 / (1206.582 * 1.0 - 0.6 * 18)$$

$$= 11.252 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

Alors :  $t_2 = 14.252 \text{ mm}$  (3mm= sur épaisseur de corrosion).

Les résultats de calcul de volume et d'épaisseurs des deux ballons d'étouffement à 18 bars (pression de service égale : 16.2 bars) ; ont été récapitulés dans le tableau suivant :

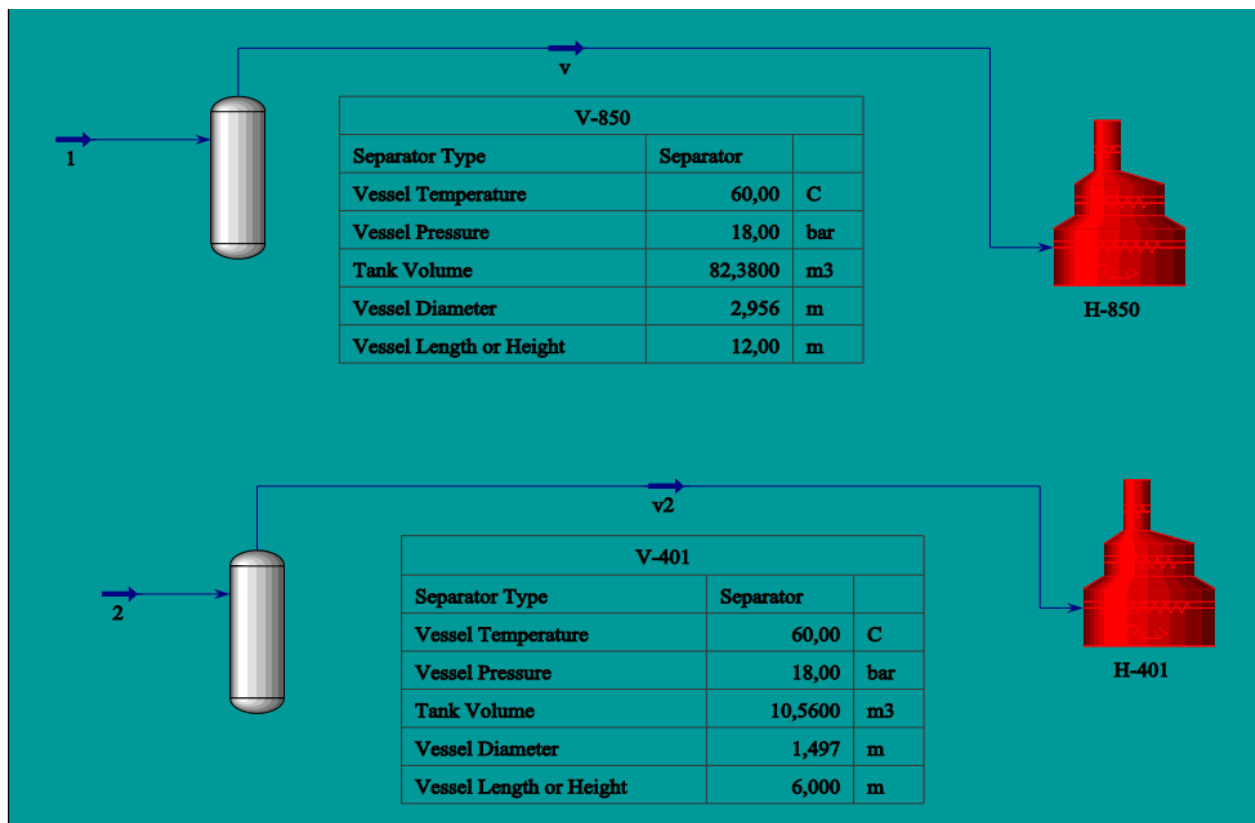
**Tableau 4.6 :** Résultats de dimensionnement des deux ballons d'étouffement à 18bars.

Pression 18 Bars	Volume du Ballon en m <sup>3</sup>	H/D	Hauteur en m	Diamètre en m	Épaisseur du fond + 3mm	Épaisseur de la virole+3mm
SDH850	82.38	4	12.00	2.956	25.098	25.25
SDH401	10.56	4	6.00	1.497	14.176	14.252

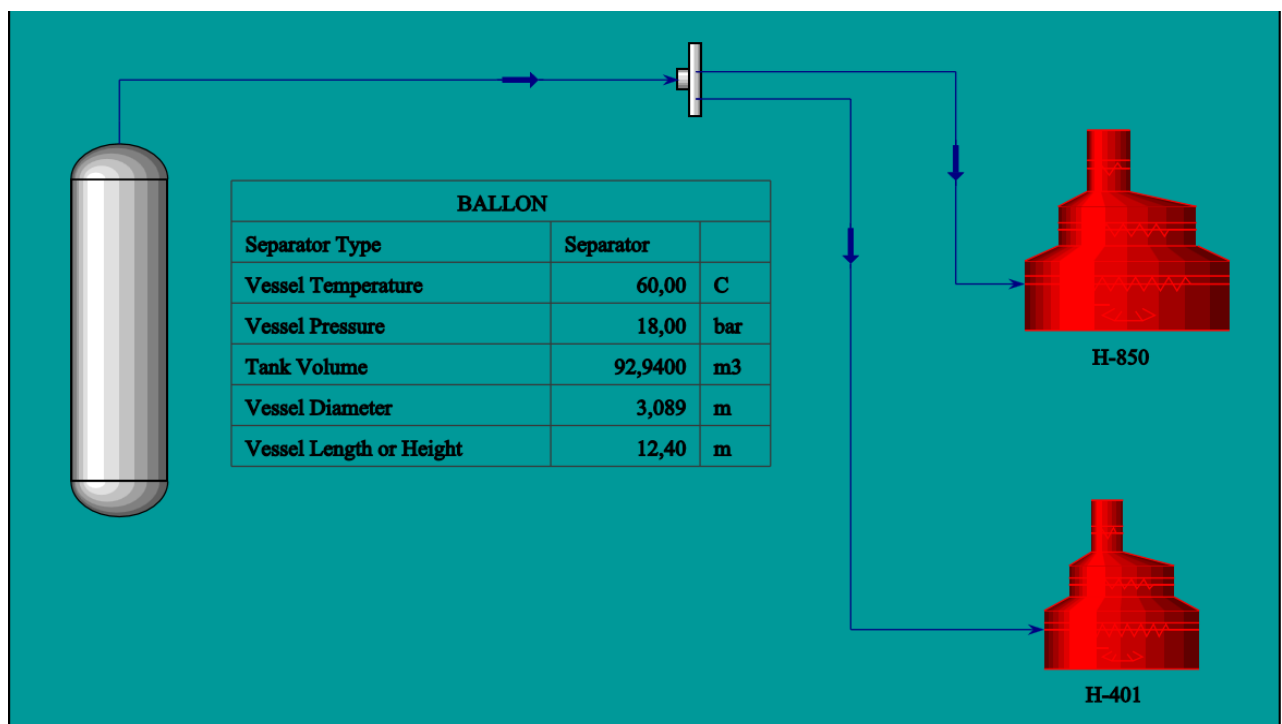
Les considérations techniques n'exclut pas le choix d'un seul ballon pour étouffer les deux fours, pour cela, les calculs précédents, ont été refait : pour un seul ballon à 18bars. **Tableau 4.7 : Résultats** de dimensionnement d'un ballon d'étouffement pour les deux fours à 18 bars.

Pression 18 Bars	Volume du Ballon en m <sup>3</sup>	H/D	Hauteur en m	Diamètre en m	Épaisseur du fond + 3 mm	Épaisseur de la virole+3 mm
Un ballon d'étouffement	92.94	4	12.4	3.089	26.063	26.241

Les deux propositions d'installations d'un système à ballons d'étouffement :



**Figure 4.2:** La proposition d'installation d'un ballon d'étouffement pour chaque four à 18bars



**Figure 4.3 :** La proposition d'installation d'un seul ballon d'étouffement pour les deux fours à 18bars

#### 4.2.6 Calcul le nombre des bouteilles d'azote :

**Tableau 4.8 :** Spécifications d'une bouteille d'azote. [13] (Linde gas Ouargla)

Bouteille d'Azote N <sub>2</sub>				
Pression à 20°	Volume	Charge	Teneur en H <sub>2</sub> O	Teneur en O <sub>2</sub>
200 bars	50 Litres	8 m <sup>3</sup>	< 3 ppm	< 2 ppm

Le nombre des bouteilles = Quantité d'azote total / Charge d'une bouteille

Pour H850 : le nombre des bouteilles = 92.872 / 8 = 11.609 ≈ 12 bouteilles

Pour H401 : le nombre des bouteilles = 11.899 / 8 = 1.487 ≈ 2 bouteilles

**Tableau 4.9 :** Résultats de calcul de nombre des bouteilles d'Azote

	Four H850	Four H401	Total
N° de bouteilles d'Azote	11.609 ≈ 12	1.487 ≈ 2	14

Dans les sites industriels et pour obéir aux exigences de sécurité, il faut mettre toujours des quantités en réserve ; pour cela, il faut doubler le nombre de bouteilles de telle manière d'avoir deux racks : une principale et l'autre en réserve chacun comporte 14 bouteilles.

#### 4.3 Proposition d'un système de Protection des fours H850 et H401 :

##### 4.3.1 Les améliorations préconisées pour améliorer la régulation des fours :

On prévoit des modifications sur la régulation du four H850 et H401 en matière de sécurité par la création d'un système Feu & Gaz en cas d'urgence, qu'il va agir comme suite :

- Le cas du four H850 :

a) Système de refroidissement :

Ce système fonctionnera si la température au niveau de la cheminée dépasse 800°C, ou la température de peau des tubes dépasse 400°C, le système va exciter :

- Les vannes de sectionnement UV821, UV822 seront fermées et la vanne UV823 s'ouvre automatiquement vers torche (ligne du bruleur principale).
- La vanne régulatrice de pression PCV821 sera fermée. (ligne du Bruleur Pilote).
- Ouverture de la XV801 (vanne déluge proposé) pour activer le système de refroidissement (rideau d'eau se forme d'une couronne).

b) Système de détection et Extinction :

Par contre ce système fonctionnera si un arrêt de flamme au niveau des bruleurs se produit à cause d'une défaillance du système de combustion des bruleurs.

- Détection du gaz par un (01) des quatre (04) GID (détecteur de gaz) proposé au niveau du four deux (02) GID à la sortie du cheminé en haut et deux (02) en bas du four (à l'extérieur).

Suite à la détection une action simultanée se produira :

- Arrêt général (shut down) automatique des installations.
- Les vannes de sectionnement UV821, UV822 seront fermées et la vanne UV823 s'ouvre automatiquement vers torche.(ligne du bruleur principale).
- La vanne régulatrice de pression PCV821 sera fermée. .(ligne du Bruleur Pilote).
- Fermeture automatique de registre.
- Fermeture automatique de la chambre d'admission d'air.

Après une temporisation :

- Le système d'inertage sera activé par l'ouverture de la XV802 (vanne de décharge d'azote N2)
- Neutralisation General après 60 Seconde.

- Le cas du four H401 :

a) Système de refroidissement :

Ce système fonctionnera si la température au niveau de la cheminée dépasse 800°C, ou la température de peau des tubes dépasse 400°C, le système va exciter :

- Les vannes de sectionnement UV821, UV822 seront fermées et la vanne UV823 s'ouvre automatiquement vers torche (ligne du bruleur principale).
- La vanne régulatrice de pression PCV821 sera fermée. (ligne du bruleur pilote).
- Ouverture de la XV401 (vanne déluge proposé) pour activer le système de refroidissement (rideau d'eau se forme d'une couronne).

b) Système de détection et extinction :

Par contre ce système fonctionnera si un arrêt de flamme au niveau des bruleurs se produit à cause d'une défaillance du système de combustion des bruleurs.

- Détection du gaz par un(01) des quatre (04) GID (détecteur de gaz) proposé au niveau du four, deux(02) GID à la sortie du cheminé en haut et deux(02) en bas du four (à l'extérieur) .

Suite à la détection une action simultanée se produira :

- Arrêt général (shut down) automatique des installations.
- Les vannes de sectionnement UV403, UV404 seront fermées et la vanne UV402 s'ouvre automatiquement vers torche. (ligne du bruleur principale).
- La vanne régulatrice de pression PCV405 sera fermée (ligne du bruleur pilote).
- Fermeture automatique de registre.
- Fermeture automatique de la chambre d'admission d'air.

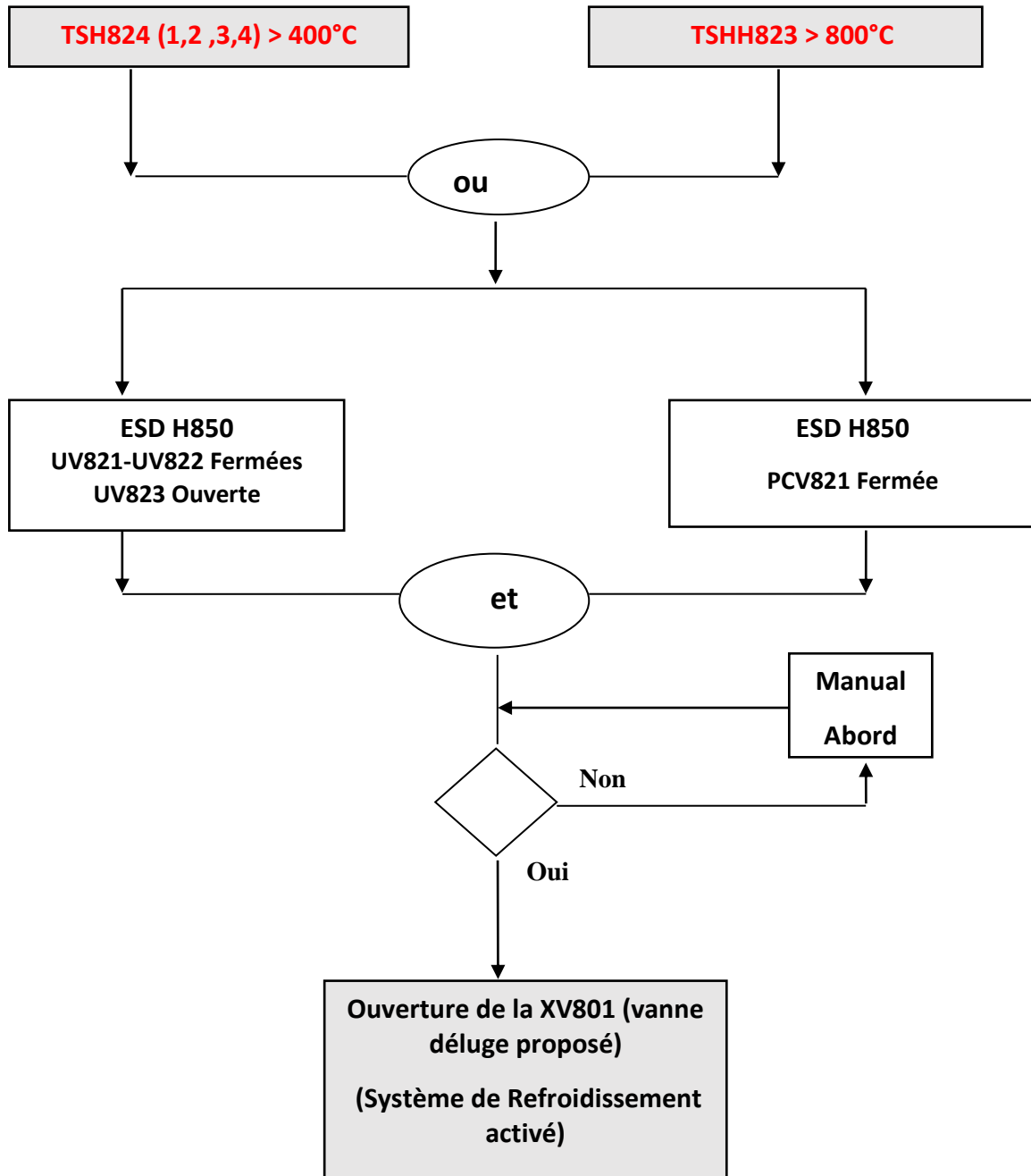
Après une temporisation :

- Le système d'inertage sera activé par l'ouverture de la XV402 (vanne de décharge d'azote N2).
- Neutralisation général après 60 seconde.

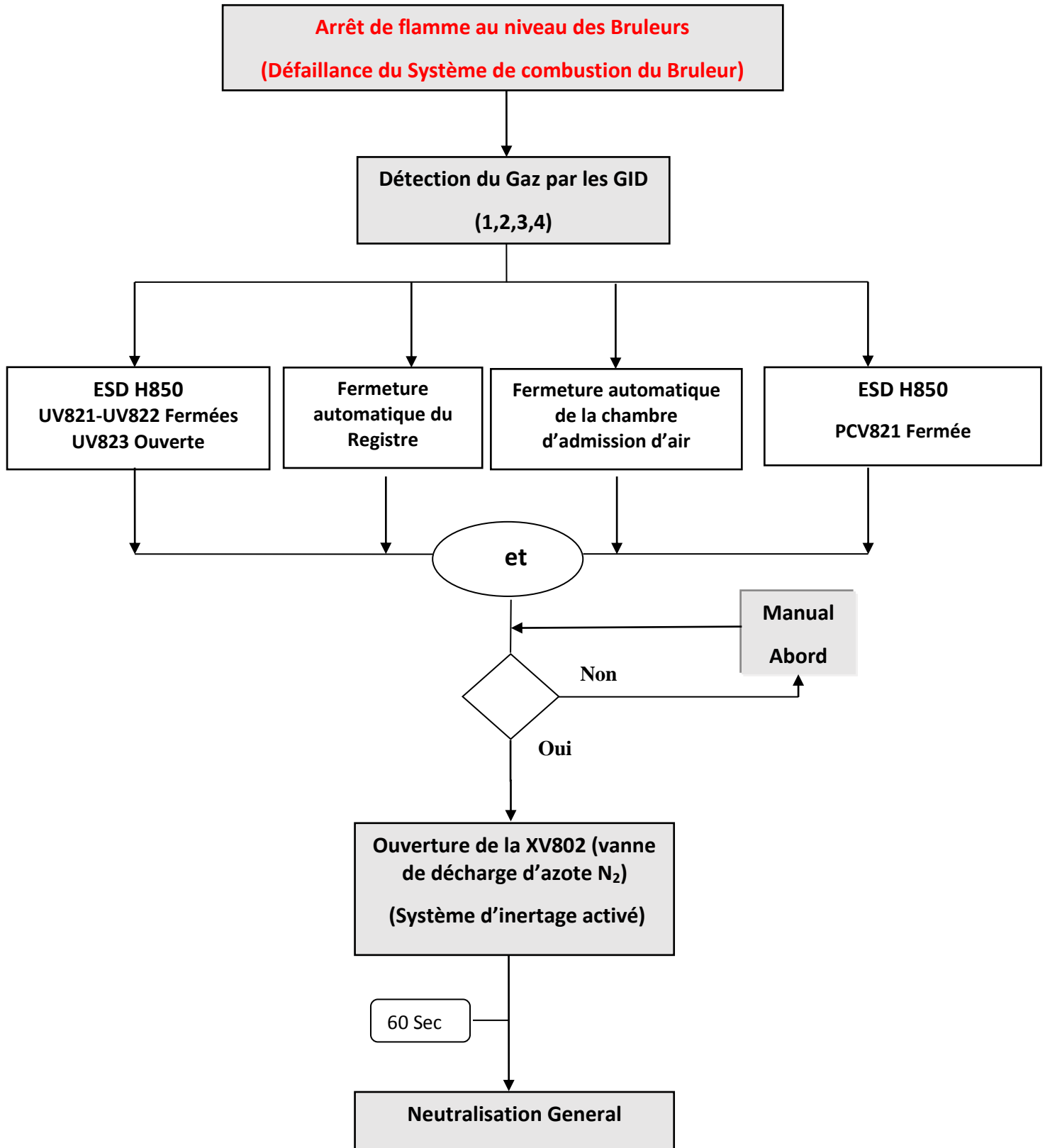


4.3.2 Logigrammes du système feu & gaz du four H850

a) Logigramme du système de refroidissement :

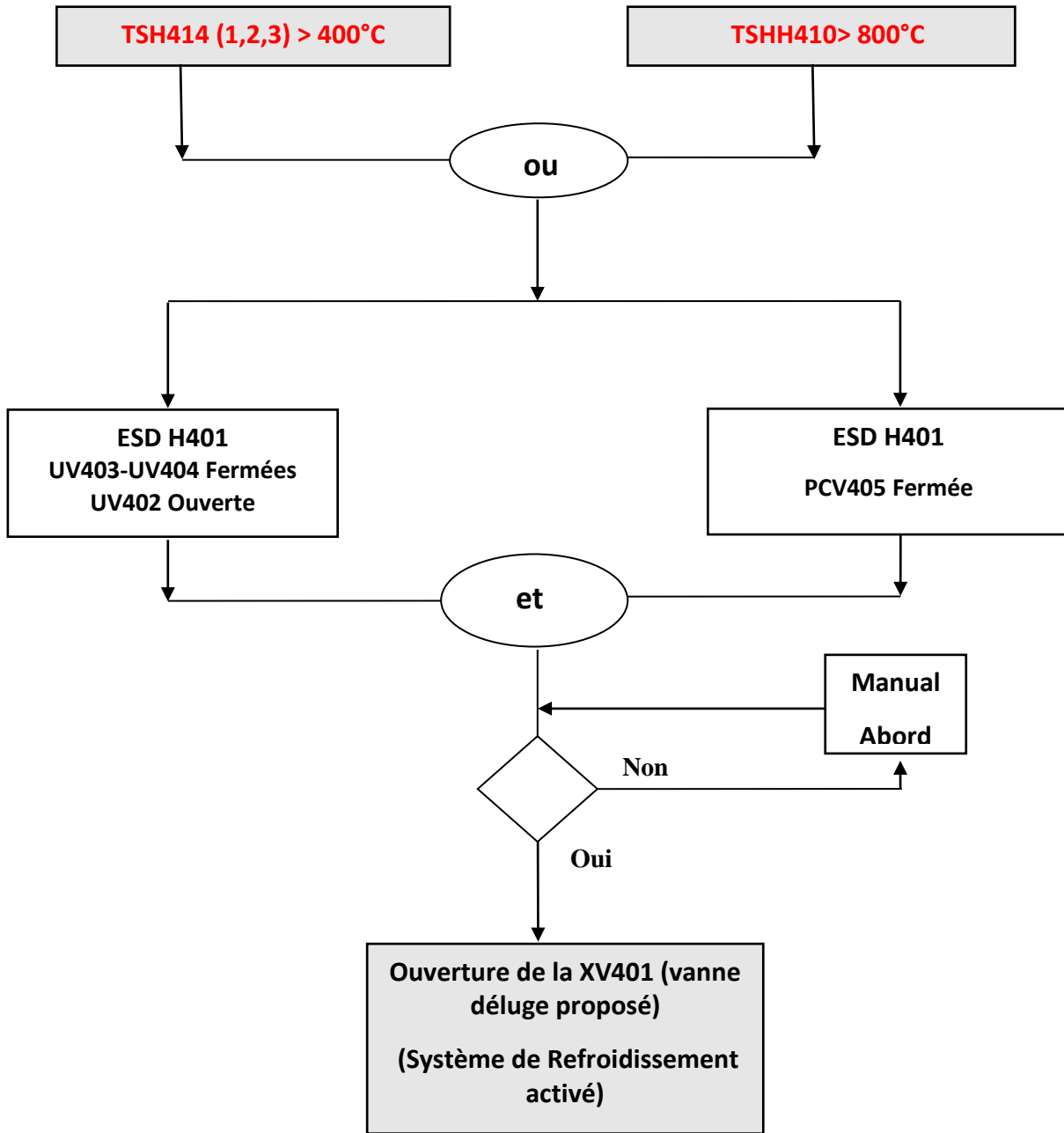


b) Logigramme du système de détection :

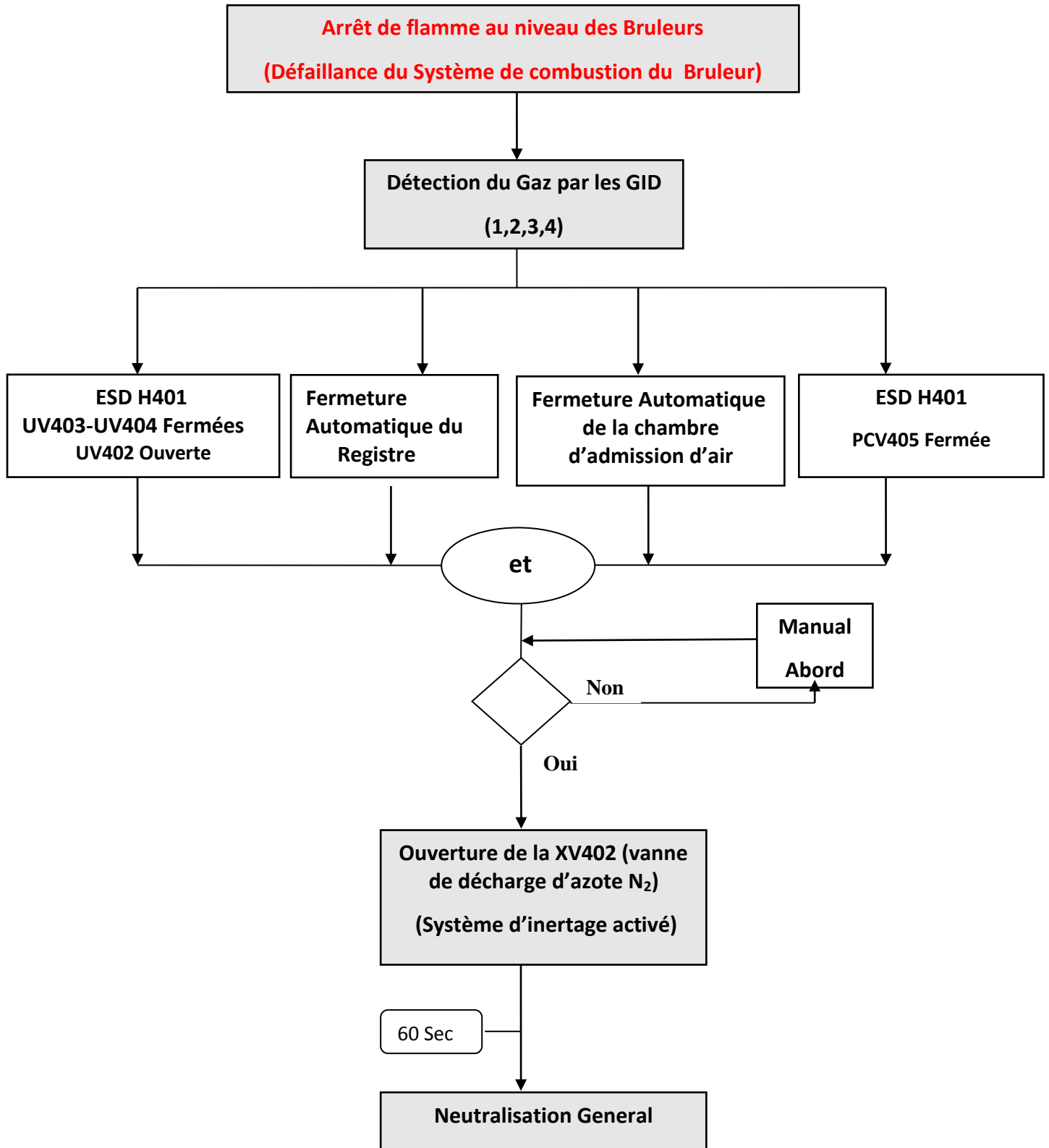


4.2.3 Logigrammes du système feu & gaz du four H401

a) Logigramme du système de refroidissement :



b) Logigramme du système de détection :



#### 4.4 Évaluation économique :

L'évaluation économique permet de faire un choix entre plusieurs propositions d'installation ou techniques industrielles en comparant leur ratio coûts-avantages.

Le simulateur Aspen Hysys 9.0 offre une opportunité à l'utilisateur d'estimer les coûts des équipements directement à partir de la simulation du procédé industriel ;

Le tableau suivant représente les coûts estimatifs en US Dollar des ballons d'étouffements, en introduisant les données des deux propositions d'installation dans l'interface du simulateur Aspen Hysys 9.0.

Ballon	Pression 18 bars	
	Base cost (US \$)	Total cost (US \$)
V850	69580	82710
V401	20500	25360
<b>Volume total (V850+ V401)</b>	73660	87550

#### Pour le cas des racks des bouteilles d'azote :

L'évaluation s'effectuée en utilisant les prix extraits à partir du document technique du projet RGA. [14]

Le tableau suivant représente les coûts estimatifs en US Dollar du rack de bouteilles d'Azote:

Équipement	Prix (US \$)
Cinq (05) Bouteilles d'Azote(N2) sur rack+Accessoire+toit	<b>13124.52</b>
Cinq (05) Bouteilles d'Azote(N2) sur rack+Accessoire+toit	<b>13124.52</b>
Quatre (04) Bouteilles d'Azote(N2) sur rack+Accessoire+toit	<b>10999.73</b>
Un rack de 14 bouteilles	<b>37248.77</b>

Donc le prix estimatif totale est : **74497.54 US \$**

#### **4.5 Résultats et discussion:**

Nous avons réalisé cette étude , afin de mettre à la disposition de la direction régionale de Haoud Berkaoui une solution technique pour la protection des fours et au même temps pour la levée des réserves émises par DNV .

Notre étude est subdivisée en deux volets :

##### **1. Le 1<sup>er</sup> volet : Dimensionnement des installations de protection à l'Azote (ballon, rack des bouteilles) :**

Ce premier volet de notre étude consiste à mettre en place un système d'étouffement adéquat pour les deux Fours de l'unité de Traitement de Gaz située à guellala centre.

Le travail est scindé en deux étapes :

**1<sup>ère</sup> étape :** Le choix entre les deux systèmes déférents, un rack des bouteilles et des ballons d'étouffements.

Le système de rack des bouteilles présente la solution moins coûteuse, son coût est meilleur par rapport aux ballons, avec la possibilité de stocker des quantités supplémentaires comme bouteilles de réserve, mais ce système présente certaines anomalies :

- Problème d'étanchéité au niveau des têtes des bouteilles (les électro vannes, les têtes de percussions, les flexibles, les manomètres), qui présentent au cours du temps des fuites et par conséquent une chute et perte de pression.
- Lors de manipulation du système pour le changement des bouteilles, ou bien l'intervention au niveau des têtes de percussion, cette dernière présente un risque sur les travailleurs (travaux de manutention, projection des éléments sous pression etc...).
- Nécessite une vérification périodique de la totalité des bouteilles et accessoires et par fausse manœuvre , le système peut réagir accidentellement par percussion suivi d'une décharge totale.

**2<sup>ème</sup> étape :** En suite , il fallait choisir la meilleure solution entre les deux variantes des ballons proposés :

- Pour chaque four un ballon d'étouffements propre à lui .
- Un ballon d'étouffements pour les deux fours.

Le choix d'un ballon d'étouffements pour les deux fours c'est le choix idéal, du point de vue technique ( espace réduit) et économique (moindre coût) ; mais si un problème survient au niveau du ballon, la protection des fours sera pénalisée ce qui mettra l'installation en danger.

En basant sur le principe que la sécurité est la première priorité et qu'elle n'a pas de prix, nous avons choisi la variante qui dispose pour chaque four un ballon d'étouffements propre à lui .

**2. Le 2<sup>ème</sup> volet : Amélioration du système emergency shut down (ESD) et création d'un système feu & gaz pour les deux fours H850 & H401 :**

Ce deuxième volet sert à améliorer la régulation des fours, en apportons des modifications sur la régulation du four H850 et H401 en matière de sécurité et ce, par la création d'un système feu & gaz pour les cas d'urgence :

- c) Système de refroidissement : (vanne déluge et un rideau d'eau se forme d'une couronne).
- d) Système de détection et extinction : (détecteurs de gaz (GID) et système d'étouffement par l'Azote (N<sub>2</sub>).

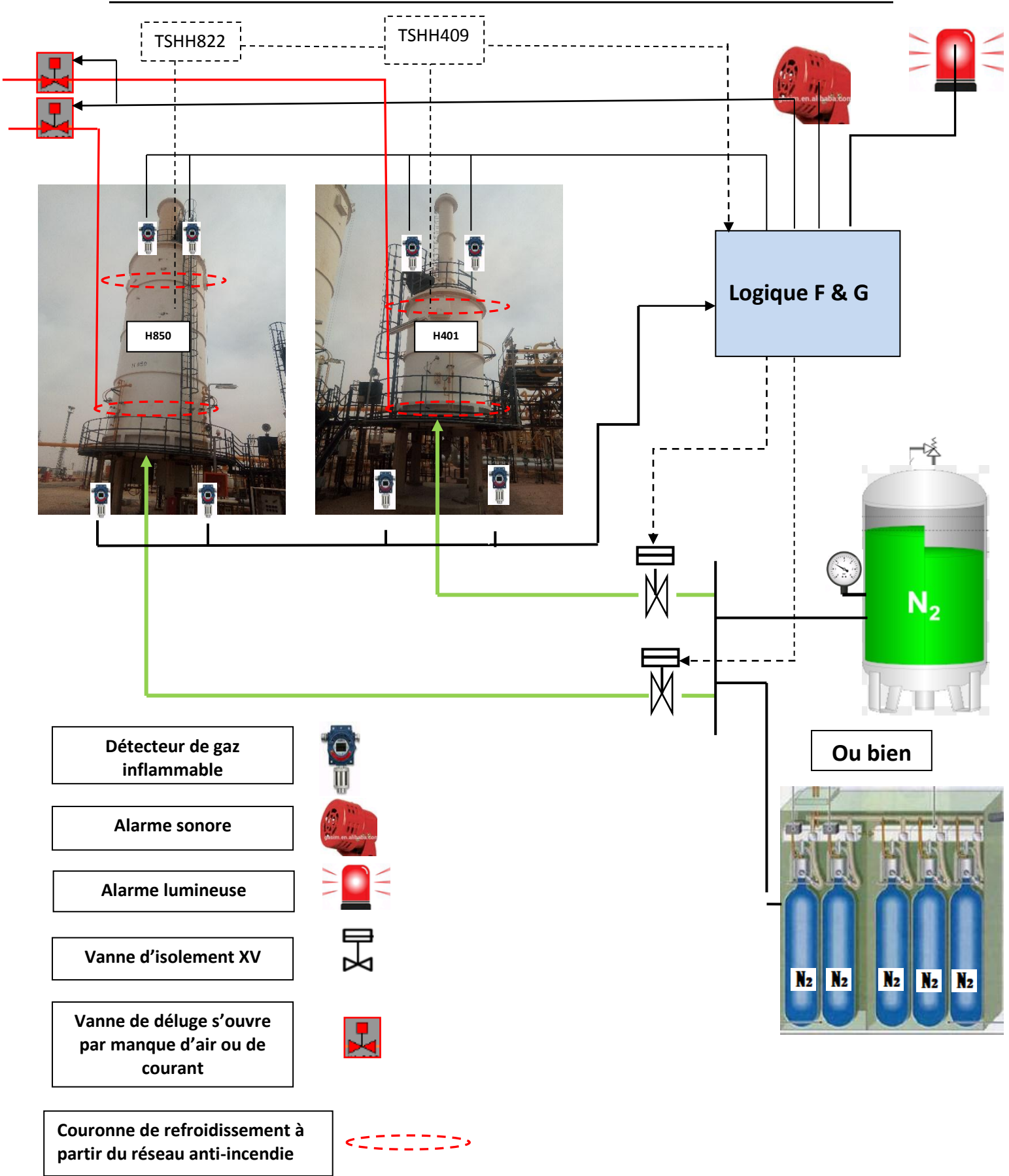


Figure 4. 4 : Améliorations proposées sur la protection des fours H850 et H401



# **Conclusion générale**

## ***Conclusion générale***

Dans le cadre du projet « Risk Assessment » des unités industrielles de la division production du Groupement SONATRACH, une étude de dangers (EDD) des installations de la direction régionale Haoud Berkaoui a été élaborée par le bureau d'études DNV.

Cette étude de dangers vise à identifier et à évaluer les effets directs et indirects liés aux activités des installations étudiées.

Concernant les fours H850 et H401 de l'unité de traitement de gaz associé au pétrole, le bureau d'études à évoquer le manque d'un système de protection par étouffement à l'azote, ce système est jugé plus que nécessaire pour la protection de ces équipements en cas d'une situation anormale (l'extinction des flammes, l'augmentation anormale de la température, ...etc.).

À cet effet, et afin de se conformer aux exigences réglementaires et procéder à la levée des réserves émises par le bureau DNV, un projet d'études et de réalisation d'un système de protection de ces fours s'est avéré indispensable.

Dans cet objectif, nous avons réalisé cette étude tout en contribuant à donner une solution technique pour la protection des fours et au même temps pour la levée des réserves émises par DNV.

L'étude comporte deux volets :

Le premier volet tend vers la recherche du meilleur choix entre trois propositions techniques pour installer le système d'étouffement : un rack des bouteilles d'azote, un ballon pour les deux fours, ou bien chaque four menu d'un ballon d'étouffement.

En basant sur le principe de la sécurité optimale des installations qui reste la première priorité, par rapport aux critères techniques, et économiques, nous avons choisi un système d'étouffement à l'azote dans lequel chaque four est protégé séparément par un ballon de stockage d'azote, afin d'avoir une protection sélective pour chaque équipement ; les résultats sont les suivantes:

- Volumes des ballons (**82.38 m<sup>3</sup>** pour le four H850 et **10.56 m<sup>3</sup>** pour le four H401)
- Coût totale = **108070 US \$**

Le deuxième volet sert à introduire quelques améliorations sur le système d'arrêt d'urgence (ESD) et de proposer un système feu & gaz propre aux deux Fours.

Tenant compte que notre étude a été élaborée à la base des résultats d'étude de dangers du bureau DNV qui a utilisé une matrice (Probabilité\*Gravité) = (4\*4), nous proposons par le biais de cette mémoire, de refaire l'étude des dangers on adoptant une matrice élargie (5\*5) afin de mieux cerner le problème.

En fin, nous concluons que l'augmentation de la protection des fours H850 et H401 est une opération à priorité indiscutable et ce, afin de minimiser les risques majeurs et assurer la sécurité du personnel et des installations.

# **Références bibliographiques**

## Références Bibliographiques

1. *DOC TECH, Document technique de la région Haoud Berkaoui (Archive Technique).*
2. *Manuel Opérateur de l'unité UTG de Guellala Haoud Berkaoui, MITSUBICHI, 1992.*
3. M. A. Masri, *Les fours dans l'industrie pétrolière (document Institut Algérien du Pétrole Boumerdes),* Octobre 2013.
4. P. Trambouze, *Le Raffinage du Pétrole, Matériels et équipements, Tome 4, Institut Français du Pétrole, Edition Technip, France, Paris, 1999.*
5. *Rapport DNV Energy Etudes « Risk Assessment » des unités industrielles de la Division Production «Analyse de risques » SONATRACH-DP- HBK, 2011.*
6. *La prévention des risques industriels, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Novembre 2001.*
7. *ABB SpA – Process Automation Division (Projet Récupération des Gaz Torches & Reinstrumentation des centres de production de la région de haoud berkaoui/ philosophie de sécurité).*
8. *Règle d'installation d'extinction automatique à gaz, gaz inertes, gaz inhibiteurs, (APSAD/R13), CNPP, France, 2001.*
9. James R. Couper, W. Roy Penney, James R. Fair, Stanley M. Walas, *Chemical Process Equipment, Chapter: Process Vessels, Gulf Professional Publishing, 2010.*
10. *Note de calcul du ballon d'étouffement, Projet de réalisation d'une unité de traitement de brut à Hassi Messaoud, Sonatrach/Saipem ENC07 146W, Mai 2008.*
11. P. Buthod, *Pressure Vessel Hand Book, Twelfth Edition, Pressure Publishing inc, Oklahoma, USA, 2001.*
12. *Plan ballon d'étouffement, Projet de réalisation d'une unité de traitement de brut à Hassi Messaoud, Sonatrach/Saipem ENC07 146W, Mai 2008.*
13. *www.linde-gas.nl*
14. *Contrat ABB- SONATRACH, Contrat N° : ENC 09246Z du 06/06/2009. REF P20027(Cout des Matériels et Équipements) .*

# **Annexe A**

## ANNEXE A – CADRE REGLEMENTAIRE HSE

### REGLEMENTS ALGERIENS EN MATIERE DE HSE

- > Décret n° 74 - 255 du 28 décembre 1974 : Fixant les modalités de constitution, les attributions et le fonctionnement de la commission d'hygiène et sécurité dans les entreprises socialistes.
- > Ordonnance n° 76 - 4 du 20 février 1976 : relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques d'incendie et de panique et à la création de commissions, de prévention et de protection cMte.
- > Décret n° 76 - 35 du 20 février 1976 : Portant règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les immeubles de grandes hauteurs.
- > Loi n° 83-13 du 02 juillet 1983 ; Relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles, modifié par ordonnance n°96 -19 du 06 juillet 1996.
- > Décret n° 84- 55 du 03 mars 1984 : relatif à l'administration des zones industrielles, Décret n° 84- 56 du 03 mars 1984; Portant organisation et fonctionnement des entreprises de gestion des zones industrielles.
- > Décret n° 84-378 du 18 décembre 1984: fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains.
- > **Décrets n° 85- 231 du 25 août 1985** : Fixant les conditions et modalités d'organisation des interventions et secours en cas de catastrophe.
- > **Décrets n° 85- 232 du 25 août 1985** : Relatif à la prévention des risques de catastrophes.
- > **Arrêté du 15 janvier 1986** : Fixant les limites du périmètre de protection autour des installations et infrastructures relevant de la chimie et de la pétrochimie situé à l'extérieur des zones industrielles.
- > **Arrêté du 15 Janvier 1986** : Fixant les limites du périmètre de protection autour des installations et infrastructures du secteur des hydrocarbures,
- > **Loi n° 88-07** : relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine de travail,
- > **Décret n° 88- 35 du 16 février 1988** : définissant la nature des canalisations et ouvrages annexes relatifs à la production et au transport d'hydrocarbures ainsi que les procédures applicables à leur utilisation.
- > **Arrêté interministériel du 10 février. 1988** : Précisant les conditions d'utilisation des dosimètres individuels destinés au contrôle des équivalents de doses reçues par les travailleurs soumis aux risques d'exposition externe.
- > Arrêté interministériel du 10 février 1988: Fixant les modalités de détention et d'utilisation des substances radioactives et des appareils émettant des rayonnements ionisants à des fins médicales.
- > Décrets n° 90-245 du 18 août 1990 : portant réglementation des appareils à pression de gaz.
- > Décret n° 90-243 du 18 août 1990 : portant réglementation des appareils à pression de vapeur,
- > Décret n° 91-05 du 19 janvier 1991 : relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.
- > Règles de sécurité 1991 pour les canalisations de transport d'hydrocarbures liquides.
- > Règles de sécurité 1991 : pour les canalisations de transport d'hydrocarbures liquéfiés sous pression.
- > Règles de sécurité 1991 : pour les canalisations de transport de gaz combustibles.
- > Loi de finances pour l'année 1992 (loi n° 91-25 du 18 décembre 1991) : Article 117 qui institue la taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement.

Réglementation Algérienne - HSE -Avril 2009

- > Décret n° 93- 68 du 1<sup>er</sup> mars 1993 : définit les taxes applicables aux activités polluantes et dommageables pour l'environnement,
- > Décret n° 93-73 : Ce décret établit une liste des substances toxiques.
- > Décret n° 93-161 du 10 juillet 1993 : réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.
- > La circulaire 2, promulguée le 21 juillet 93 : exige un contrôle technique et administratif pendant la construction des installations de traitement et de stockage d'hydrocarbures.
- > Décret exécutif n° 96-59 correspondant au 27 janvier 96 : portant missions et organisant le fonctionnement de l'inspection général de l'environnement, modifié et complété par le décret n° 3-493 du 17 décembre 2003.
- > Décret exécutif n° 96-60 correspondant au 27 janvier 1996 : portant création de l'inspection de l'environnement de wilaya, modifié et complété par le décret 03-494 du 17 décembre 2003.
- > Arrêté interministériel du 05 mai 1996 : fixant la liste des accidents présumés d'origine professionnelle, ainsi que les annexes 1 et 2.
- > Décret exécutif n° 96- 209 du 05 juin 1996 : fixant la composition l'organisation et le fonctionnement du conseil national d'hygiène de sécurité et de médecine du travail.
- > Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 : relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
- > Décret exécutif n° 02-115 du 3 avril 2002 : Portant création de l'observatoire national de l'environnement et du développement durable.
- > Décret exécutif n° 02- 263 du 17 août 2002 : Portant création d'un centre national des formations à l'environnement.
- > Loi de Finances 2002 (loi n° 01\*21 du 22 décembre 2001) : Relative aux taxes sur le stockage des déchets industriels spéciaux/dangereux (Art 203), déchets liés aux activités de soins (Art 204), la pollution atmosphérique d'origine industrielle (Art 205).
- > Instruction ministérielle « R1 » du 22 septembre 2003 ; relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses.
- > Décret n° 03- 451 du 1<sup>er</sup> décembre 2003 : Définissant les règles de sécurité applicables aux activités portant sur les matières et produits chimiques dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression.
- > Décret exécutif n° 03-477 du 09 décembre 2003 : Fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux.
- > Loi des finances 2003 (loi n° 02-11 du 24 décembre 2002) : Article 94 relatif à la taxe sur les eaux usées industrielles.
- > **Loi n° 04-20** correspondant au 25 décembre 2004 : relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.
- > Décret n° 04 - 88 du 22 mars 2004 : Portant réglementation de l'activité de traitement et de régénération des huiles usagées.
- > Décret exécutif n° 04- 410 du 14 décembre 2004 : Fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.
- > Loi 05-07 du 28 Avril 2005 : Relative aux Hydrocarbures,
- > Loi 05-09 du 08 Janvier 2005 ; Relatif aux commissions paritaires et aux préposés à l'hygiène et à la sécurité.

- > Décret exécutif 05-11 du 08 Janvier 2005: fixant les conditions de création, l'organisation et de fonctionnement du comité inter-entreprise d'hygiène et de sécurité,
  - > Décret exécutif 05-16 du 11 Janvier 2005 : Fixant les règles spécifiques d'efficacité énergétique applicables aux appareils fonctionnant à l'électricité, aux gaz et aux produits pétroliers.
- > Décret 05-117 du 11 avril 2005: Relatif aux mesures de protection contre les rayonnements ionisants. Ce décret abroge le décret 86-132 du 27 mai 1986.  
(Le décret 05-117 est modifié et complété par le décret 07-171 du 02 juin 2007)
- > Décret exécutif 05-119 du 11 Avril 2005 : Relatif à la gestion des déchets Radioactifs.
- > Décret exécutif 05-127 du 24 Avril 2005 : Déclarant Hassi Messaoud zone à risques majeurs.
- > Décret exécutif 05-315 du 10 Septembre 2005 : Fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.
- > Décret exécutif 06\*02 du 07 Janvier 2006 : Définissant tes valeurs limites, les seuils d'alerte et les objectifs de qualité de l'air en cas de pollution atmosphérique.
- > Ordonnance n° 06-10 du 29 juillet 2006 : modifiant et complétant la loi 05- 07 du 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures.
- > Décret exécutif n° 06-104 dy 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.
- > Décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006 définissant la réglementation applicable aux établissements classés pour la protection de l'environnement. Ce décret abroge les dispositions des décrets exécutifs n° 98-339 et n° 99-253.
- > Décret exécutif n° 07-144 du 19 mai 2007 : Fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, (pour la nomenclature des installations classées ne plus se baser sur le décret 98-339 relatif aux installations classées, mais sur le 07-144).
- > Décret exécutif n° 07-145 du 19 mai 2007: Déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement. Ce décret abroge les dispositions du décret exécutif 90-78 relatif aux études d'impact sur l'environnement.
- > Décret présidentiel n° 07-171 du 2 juin 2007 : modifiant et complétant le décret présidentiel n° 05-117 du 11 avril 2005 relatif aux mesures de protection contre les rayonnements ionisants.
- > **Décret exécutif n° 07-299 du 27 septembre 2007** : fixant les modalités d'application de la taxe complémentaire sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle.
- > **Décret exécutif n° 07-311 du 7 octobre 2007** : fixant les procédures de mise à la disposition de l'agence nationale pour la valorisation des ressources en hydrocarbures «ALNAFT» de toutes données et résultats issus des travaux de prospection des hydrocarbures.
- > Décret exécutif 08- 312 du 5 octobre 2008 : Fixant les conditions d'approbation des études d'impact sur l'environnement pour les activités relevant du domaine des hydrocarbures.
- > Arrêté du 12 octobre 2008 : portant nomination des membres du conseil d'administration de l'agence nationale des déchets « AND».
- > Arrêté du 12 octobre 2008 : portant nomination des membres du conseil d'administration du conservatoire national des formations à l'environnement
- > Décret exécutif n° 09-19 du 20 Janvier 2009 : Portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux.

Réglementation Algérienne - HSE -Avril 2009



## CONVENIONS INTERNATIONALES SIGNEES PAR U ALGERIE

- > Ordonnance n° 72- 17 du 07 juin 1972 : Portant ratification de la convention internationale sur la responsabilité civile pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures, signée à Bruxelles, le 29 novembre 1969.
- > Convention sur le patrimoine mondial (Tassili N'ajjer) ; signée en 1974,
- > Ordonnance n° 74- 55 du 13 mai 1974 : Portant ratification de la convention internationale relative à la création d'un fond international d'indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures, faites à Bruxelles le 18 décembre 1971.
- > **Déclaration de Tunis sur l'environnement** : relative à la sauvegarde du patrimoine naturel, conservation de la nature et la diversité des espèces dans le cadre d'un développement durable, signée en 1991.
- > **Décret présidentiel 92-355 du 23 septembre 1992** : portant adhésion au protocole de Montréal relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone, signé à Montréal le 16 septembre 1987 ainsi qu'à ses amendements (Londres 27-29 juin 1990).
- > **Convention sur le changement climatique KYOTO, 1997** : Portant sur le contrôle et la limitation des rejets vers l'atmosphère de gaz à effet de serre.
- > Décret présidentiel 98\*123 correspondant au 18 avril 1998: portant ratification du protocole de 1992, modifiant la convention international de 1969 sur la responsabilité civile pour les dommages dus à fa pollution par les hydrocarbures.
- > Décret présidentiel 98-158 correspondant au 16 Mai 1998 : portant adhésion avec réserve de la République Algérienne Démocratique et Populaire, à la convention de Baie sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et de leur élimination.
- > Décret présidentiel 04-144 du 28 avril 2004 : Portant ratification du protocole de Kyoto à la convention- cadre des Nations unies sur les changements climatiques, fait à Kyoto, le 11 décembre 1997.
- > Décret présidentiel 04- 326 du 10 octobre 2004 : Portant ratification de la convention internationale de 1990 sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures, faite à Londres le 30 novembre en 1990,

Réglementation Algérienne - HSE Avril 2009

# **Annexe B**

# Manuel Opérateur - UTG Guellala

## Exploitation et Surveillance du Four

### Exploitation

#### **Généralités**

Dès que l'exploitation est assurée dans les Conditions stables, l'exploitant doit effectuer les Opérations principales suivantes :

- (1) Vérification des instruments dans la salle de Contrôle
- (2) Ronde et vérification des équipements en Service
- (3) Echantillonnage du gaz d'alimentation et des Produits et demande d'analyse d'échantillons auprès du laboratoire.

En plus des opérations principales mentionnées ci-dessus, assurer la communication entre les stations et l'usine, et entre les canalisations et l'usine, Selon les nécessités.

#### **VI.1.1 Vérification des instruments**

En consultant la liste de réglage des boucles de contrôle ainsi que la liste des conditions d'exploitation de calcul indiquées au paragraphe **IX. 5 "Conditions d'exploitation"**, vérifier que les indications des instruments sont suffisamment stables et que leurs fluctuations sont faibles.

Comprendre bien les conditions de ce fonctionnement. En cas d'alarme pour une cause quelconque au cours du fonctionnement, rechercher la cause selon la liste des alarmes et y remédier.

#### **VI.1.2 Vérification des équipements**

Faire la ronde régulièrement sur les unités et vérifier l'absence d'anomalies telles que vibrations, bruits, etc. au niveau des équipements.

Vérifier l'absence de bouchage à l'aide des instruments locaux.

Pour les items de détail de vérification et les méthodes de vérification pour chaque équipement, se reporter aux manuels opératoires ainsi qu'aux manuels d'entretien particuliers fournis par les fournisseurs.

### **VI.1.3 Echantillonnage du gaz d'alimentation et des produits et demande d'analyse**

L'échantillonnage du gaz d'alimentation et des produits est effectué aux endroits marqués de "SC" dans les schémas P I. Demander l'analyse des échantillons auprès du laboratoire.

La fréquence d'échantillonnage doit être conforme à la liste d'échantillonnage.

### **Surveillance du four**

Le four, utilisant le feu nu, est un équipement comportant un danger dans l'usine, auquel un soin particulier doit être apporté.

Voici les points à retenir.

### **VI.2.1 Contrôle de la combustion du brûleur**

La plupart des incidents du four étant causés par la qualité de combustion du brûleur, il importe d'assurer le contrôle de combustion et l'entretien du brûleur.

**VI.2.1.1 La géométrie de la flamme doit être longue, mince, et stable.**

**VI.2.1.2 La flamme ne doit être jamais en contact avec la surface des tubes.**

**VI.2.1.3 La température et la pression du gaz combustible doivent être maintenues aux valeurs normales.**

**VI.2.1.4 La formation de suie sur les carreaux de brûleur n'est pas admise.**

**VI.2.1.5 Vérifier le taux d'excès d'air de manière à assurer la combustion optima.**

Au cas où le taux d'excès d'air serait trop élevé, le rendement thermique diminue ; ce qui provoquerait l'augmentation de pression dans le four et l'extinction accidentelle de la flamme.

D'autre part, si le taux est trop faible, la combustion sera incomplète et la suie est produite et il y aurait un risque de post-combustion, et encore le rendement du four diminue.

Le taux d'excès d'air de calcul est de 20%.

**VI.2.1.6** Il y a aussi beaucoup de cas où l'anomalie de combustion est due aux variations des conditions d'alimentation en gaz combustible (fluctuations de pression d'alimentation, entrainement des condensats). Il faut toujours apporter une attention aux caractéristiques du combustible.

### **VI.2.2 Pression dans le four**

En réglant le registre de la cheminée, maintenir la dépression dans le four.

### **VI.2.3 Température de peau des tubes**

Vérifier la température de peau des tubes à l'aide du thermomètre de peau des tubes, et aussi visuellement la couleur de leur surface.

### **VI.2.4 Divers**

(1) Le réglage du registre doit s'effectuer graduellement de façon à éviter les fluctuations brusques de pression du gaz de combustion.

(2) Apporter une attention à l'augmentation de pression du fluide de procédé et à l'augmentation de température de peau des tubes pour éviter la formation de coke dans les tubes de chauffage.

## Résumé

Dans le cadre de la concrétisation de la politique HSE du groupe Sonatrach, La direction de Haoud Berkaoui à lancer en 2010 une étude de dangers dans ses sites industriels en partenariat avec le bureau norvégien D.N.V.

Nous intéressons ici aux recommandations du bureau DNV sur les deux fours H850 et H401 situés au sein de l'unité de traitement de gaz au centre de production Guellala qui souligne la nécessité d'installer un système d'étouffement pour les deux fours.

En contribuant à l'augmentation de la protection des deux fours H850 et H401, et parmi les trois systèmes d'étouffement envisagés : un rack des bouteilles d'azote, ou bien un ballon pour les deux fours, ou encore deux ballons (pour chaque four un ballon) ; notre étude s'orientée vers le troisième choix : à une pression de 18 bars, et avec un coût totale de 108070 US \$, et aussi de proposer un système feu et gaz propre aux deux fours en question.

**Mots Clés :** HSE, Four, Bureau DNV, Étouffement, Feu et Gaz.

## ملخص

تنفيذا لسياسة مجمع سوناطراك في ما يخص خطة الصحة والسلامة والبيئة، قامت المديرية الجهوية حوض بركاوي في عام 2010 بإطلاق دراسة تقديرية للمخاطر في الوحدات الصناعية التابعة لها بالشراكة مع المكتب النرويجي D.N.V. من خلال هذه الدراسة نصب اهتمامنا حول توصيات المكتب DNV في ما يخص الأفران H850 و H401 الواقعين في وحدة معالجة الغاز في مركز الإنتاج قلالة والذي يؤكد على ضرورة تركيب نظام اختناق لكل من الفرنين و مساهمة في رفع مستوى حماية الفرنين H850 و H401، قمنا باختيار من بين ثلاثة أنظمة حماية من الحرائق و الانفجارات التي تستعمل غاز النيتروجين الخانق وهي: مسند قارورات النيتروجين، أو أسطوانة عمودية واحدة الفرنين أو أسطوانتين لكل فرن واحدة له و قد وقع الاختيار على الحل الأخير عند ضغط 18 بار وبتكلفة إجمالية قدرها 108070 دولارًا أمريكيًا، وأيضاً قمنا باقتراح نظام نار و غاز لإطفاء الحريق.

**الكلمات المفتاحية:** خطة الصحة والسلامة والبيئة، فرن، مكتب DNV، اختناق، نظام النار والغاز

## Abstract

As part of the realization of Sonatrach Group's HSE policy, Haoud Berkaoui's Regional Direction, launched a hazard study in 2010 at its industrial sites in partnership with the Norwegian office D.N.V.

We are interested here in the recommendations of the DNV office on the two-fired heaters: H850 and H401 located in the Gas Treatment Unit in Guellala Center, which highlights the need to install a system of protection for both fired heaters.

As a contribution to increase the protection of both fired heaters, and among the three Nitrogen snuffing system, our study turned toward the third choice: at pressure of 18 bars and with a total cost of 108070 US \$, also to propose a fire & gas system.

**Key words:** HSE, fired heater, DNV office, snuffing, fire and gas.