REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : hygiène et sécurité industrielle

Option : hygiène et sécurité industrielle

Thème :

Sécurité des procédés : Système de Détection Feu & Gaz et Système d'Arrêt d'Urgence (FGS &ESDS) réception, séparation et MRU « étude comparative »

Présenté par :

M MAHAMMEDI Larbi

M^lle^ MEDERREG Razika

Encadreur :

Mr RAHMANI Ahmed Chérif

Président de jury :

Mr ……

Examinateurs :

Mr …….

Mr ……..

Promotion 2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre directeur de mémoire, Monsieur RAHMANI Ahmed Cherif. Nous le remercions de nous avoir encadré, son aide, ses conseils et ses remarques qui nous ont permis de présenter notre travail dans sa meilleure forme.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.

À tous ces intervenants, nous présentons nos remerciements, notre respect et notre gratitude.

Dédicaces

De tout mon cœur je dédie ce modeste travail

A ma chère mère, la lumière qui nous a guidés vers le Chemin de savoir.

A mon cher père, pour leur sacrifice.

A mes chères sœurs

mes chers frères

A ma belle famille

A mes chers amis chaque un et son nom

A tout ma promotion Universitaire

MAHAMMEDI larbi

Je dédie ce mémoire à ma précieuse mère, qui m'a encouragé à avancer et qui m'a donné tout son amour.

À la mémoire de mon père qui nous a quittés il y a 13 ans.

À mes chères sœurs (Faiza particulièrement).

À mes chers frères.

À monsieur GUEMONI Abdelhakim qui m'a beaucoup aidé, orienter et guider.

À tous mes amis et mes collègues.

À ma famille et toutes les personnes que j'aime.

MEDERREG Razika.

Résumé

Le présent travail présente une étude descriptive et comparative des systèmes critiques (FGS & ESDS) de la zone de réception et de séparation entre les deux sites industriels (groupement RKF et groupement TIMIMOUN).

L'objectif d'étude comparative est d'estimer les problèmes probables au niveau des systèmes automatisés (FGS & ESDS) dans un nouveau projet par rapport un autre ancien (retours).

Pour identifier ces anomalies qui peuvent influencer l'intégrité de ces systèmes critiques, un triage des statistiques, des alarmes, des arrêts, des anomalies et des améliorations était fait au niveau du groupement RKF.

Les résultats de cette étude ont montré l'importance du retour d'expérience dans l'amélioration et l'assurance d'efficacité des systèmes critiques.

Mots clés : Zone de sécurité, PHAST, ALOHA, arrêts, alarmes, ESDS, FGS, anomalies, améliorations.

Abstract

This work presents a descriptive and comparative study of the critical systems (FGS & ESDS) of the reception and separation zone between the two industrial sites group (Rhourde El Khroufe (RKF)) and TIMIMOUN-GTIM).

The objective of the comparative study is to estimate the probable problems at the level of the automated systems (FGS & ESDS) in a new project versus an old one (feedback).

To identify these anomalies that can influence the integrity of these critical systems, a sorting of statistics, alarms, shutdowns, anomalies and improvements was done at the level of the RKF group.

The results of this study demonstrated the importance of experience feedback in improving and ensuring the effectiveness of critical systems.

Keywords: Safety zone, PHAST, shutdowns, alarms, ESDS, FGS, anomalies, improvements.

ملخص

يقدم هذا العمل دراسة وصفية ومقارنة للأنظمة الحرجة (نظام الحريق و الغاز & ظهور نظام اغلاق) لمنطقة الاستقبال والفصل بين الموقعين الصناعيين (مجموعة رورد الخروف ومجموعة تميمون).

الهدف من الدراسة المقارنة هو تقدير المشكلات المحتملة على مستوى الأنظمة الآلية (FGS & ESDS) في مشروع جديد مقابل مشروع قديم (التعليقات/ ردود الأفعال).

لتحديد هذه الحالات الشاذة التي يمكن أن تؤثر على سلامة هذه الأنظمة الحرجة، تم إجراء فرز للإحصاءات، الإنذارات، الإغلاق، التشوهات والتحسينات على مستوى مجموعة رورد الخروف.

أظهرت نتائج هذه الدراسة أهمية التغذية الراجعة للتجربة في تحسين وضمان فعالية الأنظمة الحرجة.

الكلمات المفتاحية: منطقة الأمان، اداة برمجية لتحليل المخاطر العملية، المواقع المساحية للأجواء الخطرة، الإغلاق، أجهزة الإنذار، ظهور نظام اغلاق، نظام الحريق والغاز، الحالات الشاذة، تحسينات.

Table des matières

Liste des figures i
Liste des tableaux iii
Liste des abréviations v
Introduction générale 1
CHAPITRE 01 : Présentation du Groupement RKF 3
1.1 Introduction 4
1.2 Situation géographique du groupement RKF 4
1.3 Organigramme de la région de RKF 4
1.4 Unités de l'usine 5
1.4.1 Unité de séparation 5
1.4.2 Unité de compression et réinjection de gaz 7
1.4.3 Unité de stockage 8
1.4.4 Unité de fuel gaz (unité de traitement de gaz) 9
1.4.5 Unité de l'air instrument 10
1.4.6 Unité électrique 10
1.4.7 L'unité de traitement d'eau 11
1.5 Système de sécurité 11
1.5.1 Système de protection primaire 11
1.5.1.1 Système de contrôle des procédés (PCS) 11
1.5.2 Système de protection secondaire 11
1.5.2.1 Soupape de sécurité PSV 12
1.5.2.2 Protection passive contre l'incendie (PFP) 12
1.5.3 Systèmes de protection d'urgence 12
1.6 Conclusion 12
CHAPITRE 02 : Répartition des zones de feu et la description du système instrumenté de sécurité 13
2.1 Introduction 14
2.2 Répartition de l'installation CPF 14
2.2.1 Définitions 15

2.2.1.1 Nuage du gaz/vapeur inflammable non-allumée 15
2.2.1.2 Nuage de gaz toxique non-allumée 15
2.2.1.3 Explosion du nuage de vapeur (VCE) dans l'unité 15
2.2.1.4 Feu de nappe 15
2.2.1.5 Feu de chalumeau 15
2.2.1.6 Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE) & Boil Over 15
2.2.1.7 L'éruption (Blow-out) 16
2.2.1.8 Explosion du réservoir à toit fixe 16
2.2.1.9 Vaporisation de nappe de GPL 16
2.2.1.10 Zone de feu 16
2.2.1.11 Zone limitée 16
2.2.1.12 Zone impactée 16
2.2.1.13 ESDVs 16
2.2.2 Méthodologie 17
2.2.2.1 Principe 17
2.2.2.2 Identification des Scénarios 17
2.2.2.3 Application des scénarios 18
2.2.3 Distance de sécurité 18
2.2.3.1 ESDVs 18
2.2.3.2 Zone du feu 19
2.2.3.3 Zone limitée 19
2.2.3.4 Zone impactée 21
2.2.4 Dessin des zones 22
2.3 Système Instrumenté de Sécurité SIS 22
2.3.1 Définitions 23
2.3.1.1 SIS = E/E/EP SRS 23
2.3.1.2 Sécurité fonctionnelle 23

2.3.1.3 Fonction Instrumentée de Sécurité (*SIF:Safety Instrumented Function*) 23
2.3.1.4 Niveau d'intégrité de sécurité (SIL) 23
2.3.1.5 Architecture d'un SIS 23
2.3.2 Elément initial : détecteurs /capteurs 24
2.3.2.1 Détection du niveau 24
2.3.2.2 Détection de pression 24
2.3.2.3 Détecteurs de gaz inflammables (Line-Of-Sight) 25
2.3.2.4 Détecteurs IR de gaz toxiques (pour la détection du CO2) 25
2.3.2.5 Détecteurs de gaz catalytiques 25
2.3.2.6 Détecteurs de flammes UV / IR 26
2.3.2.7 Détecteurs de chaleur 26
2.3.2.8 Détecteurs de fumée 26
2.3.3 Unité logique : Triconex 26
2.3.4 Elément final : Actionneurs 27
2.3.4.1 Vannes ESDV et BDV 27
2.3.4.2 Actions exécutives / Logique de vote pour la détection du gaz 27
2.3.4.3 Actions exécutives / Logique de vote pour la détection du feu 28
2.4 Systèmes d'urgence 29
2.4.1 Système de sécurité des procédés (PSS) 29
2.4.2 Système de dépressurisation d'urgence (EDP) 29
2.4.2.1 Temporisateurs BDV 29
2.4.3 Généralités sur le système FGS 30
2.4.3.1 Surveillance (monitoring) 31
2.4.3.2 Public Address & General Alarm system PA/GA 33
2.4.3.3 Action du système FGS 34
2.4.4 Généralité sur le système d'arrêt d'urgence (ESDS) 36
2.4.4.1 Philosophie générale 37
2.4.4.2 Définition des niveaux d'arrêt 37

2.4.5 Interaction entre ESDS, FGS et PSS 42
2.5 Conclusion 43
CHAPITRE 03 : Partie pratique 44
3.1 Introduction 45
3.2 Répartition des zones d'usine et comparaison entre ALOHA et PHAST (Zone 01) 45
3.2.1 Présentation du logiciel de simulation ALOHA 45
3.2.2 Présentation du logiciel de simulation PHAST 45
3.2.3 Démarche 46
3.2.4 Application 47
3.2.4.1 Identification des scénarios 47
3.2.4.2 Scénario 1 : Collecteur de production, fuite en amont de slug catcher 47
3.2.4.3 Scénario 2 : Fuite dans l'unité de démercurisation 51
3.2.4.4 Discussion des résultats 54
3.2.4.5 Dessin des zones de la sécurité 55
3.3 Système de détection Feu &Gaz (FGS) 56
3.3.1 Comparaison de cartographie des détecteurs (nombre et emplacement) 56
3.3.1.1 Détecteurs de gaz inflammables 56
3.3.1.2 Détecteurs de flamme 58
3.3.2 Comparaison des détecteurs, logique de vote et actions 61
3.3.3 Statistique des détections et alarmes 63
3.4 Anomalies 64
3.4.1 Couverture de détection des flammes insuffisante 65
3.4.2 Perturbation parasite 65
3.4.3 Puissance / Echec 66
3.4.4 Interférence du gaz 66
3.4.5 Emplacement incorrect du détecteur 66
3.4.6 Détecteur exposé 66
3.5 Améliorations et Recommandations 66

3.5.1 Renforcement de couverture de détection des flammes 66
3.5.2 Installation des détecteurs visuels de flamme 67
3.5.3 Recommandations organisationnelles 69
3.6 Système d'arrêt d'urgence (ESDS) 70
3.6.1 Ballon de séparation 70
3.6.1.1 Slug catcher (GTIM) 70
3.6.1.2 V-101 (IA) 71
3.6.1.3 Comparaison 72
3.6.2 Statistique et historique des anomalies 73
3.6.2.1 Statistique des arrêts d'urgence 73
3.6.2.2 Historique des modifications et des améliorations 75
3.6.3 Anomalies et recommandations 76
3.6.3.1 Absence de PSV durant l'opération de maintenance 77
3.6.3.2 Résolution d'anomalie 78
3.6.3.3 Equipement sous-pression durant un arrêt d'urgence 80
3.6.3.4 Résolution d'anomalie 82
3.7 Conclusion 84
Conclusion générale 85
Annexes 1 86
Bibliographie 88

Liste des figures

Chapitre 01

Figure 1.1 Localisation du groupement RKF 4
Figure 1.2 Organigramme de la région RKF 5
Figure 1.3 Séparateur LP (basse pression) 6
Figure 1.4 Unité de fuel gaz 9

Chapitre 02

Figure 2.1 Exemple d'un dessin de sécurité -CPF RKF 22
Figure 2.2 Rôle de SIS dans le processus de réduction des risques 22
Figure 2.3 Activation d'un SIS 23
Figure 2.4 Architecture d'un SIS 24
Figure 2.5 Exemple Triconex 27
Figure 2.6 Vanne On / Off 27
Figure 2.7 Diagramme de zone d'alarme de feu(PAGA) 34
Figure 2.8 Exemple d'un logique diagramme instrumenté du feu et gaz 35
Figure 2.9 Schéma de fonctionnement du système d'arrêt d'urgence 38
Figure 2.10 Logigramme typique d'arrêt d'urgence 39
Figure 2.11 Interaction entre ESD, FGS et PSS 42

Chapitre 03

Figure 3.1 Distance de sécurité (ALOHA) 55
Figure 3.2 Couverture de détection de gaz inflammable (FZ-1) 56
Figure 3.3 Couverture de détection de gaz inflammable (Zone 107) 57
Figure 3.4 Couverture de la détection de flamme (FZ-1) 58
Figure 3. 5 Couverture de la détection de flamme (Zone 107) 59
Figure 3.6 Comparaison des diagrammes logiques de la détection du feu (FZ-1 / Zone 107) 61
Figure 3.7 Comparaison des diagrammes logiques de la détection du gaz (FZ-1 / Zone 107) 62
Figure 3.8 Couverture de la détection de flamme (FZ-1) 65
Figure 3.9 Couverture des flammes avec 5 détecteurs UV/IR (zone de séparation) 67

Figure 3.10 Couverture de détection des flammes avec 04 détecteurs visuels (zone de séparation)..... 68
Figure 3.11 PSD- slug catcher 71
Figure 3.12 PSD- V-101- 72
Figure 3.13 V-101-avec deuxième PSV 75
Figure 3.14 Ancien ESD-logic diagram V-101 75
Figure 3.15 ADE en cas de sous-pression V-101 76
Figure 3.16 Nouveau ESD-logic diagramme V-101 76
Figure 3.17 ADE en cas de maintenance avec une PSV 77
Figure 3.18 ADE en cas de maintenance avec deux PSV 78
Figure 3.19 Slug catcher avec deux PSV 79
Figure 3.20 ADE en cas normal avec deux PSV (même étalonnage) 79
Figure 3.21 ADE en cas normal avec deux PSV (étalonnage différent) 80
Figure 3.22 Slug catcher en cas d'arrêt SD-3..... 81
Figure 3.23 ADE en cas de sous-pression (Slug-catcher) 82
Figure 3.24 Diagramme logique ESD_slug catcher avec modification..... 82
Figure 3.25 Diagramme logique ESD_slug catcher avec temporisateurs 83
Figure 3.26 ADE-slug catcher- après la modification 83

Liste des tableaux

Chapitre 01

Tableau 1.1 Description et capacités des séparateurs..... 5
Tableau 1.2 Paramètres des trois bacs de stockage du brut..... 9

Chapitre 02

Tableau 2.1 Différents scénarios pour les différentes distances de sécurité 18
Tableau 2.2 Différents scénarios et critères pour les distances de sécurité d'ESDV .. 19
Tableau 2.3 Différents scénarios pour la zone de feu 19
Tableau 2.4 Différents scénarios pour la zone limitée 20
Tableau 2.5 Différents scénarios pour la zone impactée..... 21
Tableau 2.6 Logique de vote pour la détection du gaz..... 28
Tableau 2.7 Zones d'alarme de feu (PAGA) 34
Tableau 2.8 ESD-1 Arrêt d'urgence général du CPF..... 40
Tableau 2.9 ESD-1 FZn Arrêt d'urgence typique de la zone de feu"n" 40
Tableau 2.10 SD-2 CPF Arrêt du processus général..... 41
Tableau 2.11 SD-2. FZn Arrêt de l'unité CPF..... 41
Tableau 2.12 Arrêt de l'équipement SD-3 CPF..... 42

Chapitre 03

Tableau 3.1 Caractéristiques de la tuyauterie et de la libération..... 47
Tableau 3.2 Distances de sécurité des ESDV ALOHA / PHAST..... 47
Tableau 3.3 Distances de sécurité des zones du feu ALOHA / PHAST 48
Tableau 3.4 Distances de sécurité des zones limitées ALOHA / PHAST 49
Tableau 3.5 Distances de sécurité des zones impactées ALOHA / PHAST 50
Tableau 3.6 Caractéristiques de la tuyauterie et de la libération..... 51
Tableau 3.7 Distances de sécurité des ESDV ALOHA / PHAST..... 51
Tableau 3.8 Distances de sécurité des zones du feu ALOHA / PHAST 52
Tableau 3.9 Distances de sécurité des zones limitées ALOHA / PHAST 53
Tableau 3.10 Distances de sécurité des zones impactées ALOHA / PHAST 54
Tableau 3.11 Résumé des résultats ALOHA / PHAST..... 55
Tableau 3.12 Cordonnées des détecteurs de gaz inflammable FZ-1 et Zone 107..... 58
Tableau 3.13 Cordonnées des Détecteurs de flamme FZ-1 et Zone 107 60
Tableau 3.14 Pourcentage de couverture du gaz et flamme de chaque zone 61

Tableau 3.15 Comparaison des systèmes de détection FGS pour les zones FZ-1 et 107 62
Tableau 3.16 Statistiques des alarmes du Groupement IA 63
Tableau 3.17 Couverture de détection des flammes (zone de feu FZ-1) 65
Tableau 3.18 Couverture de détection des flammes avec 5 détecteurs UV/IR (zone de séparation) 67
Tableau 3.19 Comparaison entre les détecteurs pour les fausses alarmes 68
Tableau 3.20 Comparaison entre les détecteurs pour Aveuglements / Obscurcissements 68
Tableau 3.21 Couverture de détection des flammes avec 04 détecteurs visuels (zone de séparation) 69
Tableau 3.22 Causes et les actions SD-3 (slug catcher) 70
Tableau 3.23 Causes et les actions SD-3 (V-101) 71
Tableau 3.24 Comparaison entre les deux séparateurs (slug-catcher / V-101) 72
Tableau 3.25 Statistique des arrêts d'urgence 73
Tableau 3.26 Probabilités (Succès / Echec) selon ARIA 77
Tableau 3.27 Probabilité des scénarios en cas de présence et d'absence d'une vanne PSV 78
Tableau 3.28 Résultat de toutes les probabilités 80

Liste des abréviations

2ooN	2 out of N
ABB	Abiod Barouda Nord Barouda Sud
ADE	Arbre Des Evènement
AGRU	Acid Gas Removal Unit
ALOHA	Areal Locations Of Hazardous Atmospheres
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accident
ATEX	ATmosphere EXplosive
BDV	Blow Down Valve
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
BPCS	Basic Process Control System
CCR	Central Control Room
CCTV	Closed-Circuit Tele-Vision
CMS	Control Management System
CPF	Central Processing Facility
DCS	Distributed Control Systems
E/E/EP	Système Electrique/ Electronique/ Electronique programmable
EDP	Emergency De-Pressurization
EPA	Environmental Protection Agency's Office of Emergency Prevention, Preparedness and Response
ESD	Emergency Shut-Down
ESDS	Emergency Shut-Down System
ESDV	Emergency Shut-Down Valve
EUC	Equipment Under Control
FE	Final Element
FEED	Front End Engineering Design
FGS	Fire and Gas System
FZ-1	Fire Zone 1
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
GPS	Global Positioning System
HAZID	HAZard IDentification
HC	Hydrocarbons
HIPS	High-Integrity Protection System
HVAC	Heating Ventilation and Air Conditioning
HYK	Hassi Yakour
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health
IEC	International Electro-technical Commission
LCV	Level Control Valve
LFL	Lower Flammable Limit
LOS	Line-Of-Sight
LP Separator	Low Pressure Separator
LS	Logic Solver
LSHH	Level Switch High High
LTHH	Level Transmitter High High
LTLL	Level Transmitter Low Low
MP	Medium Pressure
MRU	Mercury Removal Unit
MTER	Main Telecom Equipment Room

NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration
PA /GA	Public Address & General Alarm
PCS	Process Control System
PCV	Pressure Control Valve
PFP	Passive Fire Protection
PHAST	Process Hazard Analysis Software Tool
PLC	Programmable Logic Controllers
POB	Personal On Board
PSD	Process Safety Diagram
PSLL	Process Switch Low Low
PSS	Process Safety System
PSV	Pressure Safety Valve
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SIL	Safety Integrity Level
SIS	Système Instrumenté de la Sécurité
SRS	Système Relatif à la Sécurité
STEL	Short Time Exposure Limit
TEG	Tri-Ethylene-Glycol
TLV	Threshold Limit Value
TWA	Time Weighted Average
UDM	Unified Dispersion Model
UPS	Un-interruptible Power Supply
UV / IR	Ultra Violet / Infra Rouge
UVCE	Un confined Vapour Cloud Explosion
VCE	Vapour Cloud Explosion
WHRU	Waste Heat Recovery Unit

Introduction générale

Le danger d'une explosion existe partout où des gaz, des vapeurs, des liquides ou des poussières sont fabriqués, sont stockés ou sont transportés. Sous certaines conditions, un mélange explosible peut se former dans l'air. Et si on est en présence d'une source d'inflammation, une explosion peut se produire, on trouve typiquement ces lieux à potentiel explosible par exemple dans l'industrie chimique et dans des entreprises qui traitent et transportent des hydrocarbures.

La sécurité et la protection contre les explosions sont souvent des notions utilisées de façon subjective et, pour la traduire en termes opératoires d'aide à la décision, il s'avère indispensable d'utiliser des systèmes professionnels automatisés comme le système instrumenté de la sécurité (SIS) pour maîtriser les premiers risques dans l'industrie (l'incendie & explosion).

Des nombreuses directives et normes internationales obligent les entreprises concernées d'utiliser ces systèmes automatisés pour réduire l'impact de ces accidents catastrophiques,

Le système de détection feu & gaz (FGS) et le système d'arrêt d'urgence (ESDS), qui maîtrisent les situations dangereuses sont parmi les systèmes instrumentés de la sécurité (SIS).

Le choix des types de détection et l'application du système d'arrêt afin de détecter tous les sources d'ignition et de prévenir les installations en cas extrême, reposent sur les paramètres physiques des récipients et les paramètres chimiques du fluide.

Objectif du travail

Malgré l'adoption de ces systèmes (FGS/ESDS) qui sont des sauvegardes techniques les plus performantes, on risque toujours d'avoir des situations inacceptables, des risques majeurs et rarement des accidents catastrophiques, causées par les déviations techniques, la mauvaise utilisation et manipulation.

Alors pour assurer l'efficacité de ces systèmes critiques à notre projet on va essayer de les comparer avec celles du projet du groupement IA pour la zone de réception & séparation, et d'après leurs expériences (modifications, améliorations, …), on va extraire les anomalies probables dans notre projet et de proposer des actions préventives pour chaque anomalie.

Organisation du travail

Le présent travail est constitué de trois chapitres présentés comme suit :

Le premier chapitre : fera l'objet d'une description sommaire du groupement de RKF, en mettant en relief, leur système de sécurité.

Le deuxième chapitre : concernera la présentation de la méthodologie de la partition des zones de feu ainsi que quelques détails concernant le système instrumenté de sécurité, le système de détection feu & gaz et enfin le système d'arrêt d'urgence.

Le dernier chapitre (pratique) : Dans ce chapitre on va essayer de calculer les distances de sécurité de la zone 01 par le logiciel ALOHA et les comparer avec les résultats du PHAST calculés déjà, de décrire et de comparer les systèmes (FGS& ESDS) de la zone de réception et de séparation des deux projets (RKF/GTIM), d'estimer les anomalies attendues et finalement de proposer des solutions et des recommandations.

CHAPITRE 01 : Présentation du Groupement RKF

1.1 Introduction

Le champ de Rhourde El khroufe (RKF) est exploité par une association de deux compagnies, algérienne SONATRACH (Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures), et espagnole CEPSA (Compagnie Espagnol de pétrole). Les opérations mises en œuvre par CEPSA en Algérie ce placent dans le cadre des activités d'exploitation et de production du pétrole brut. Actuellement CEPSA exploite, en régime de contrat de distribution et de production avec la compagnie algérienne SONATRACH.

1.2 Situation géographique du groupement RKF

Le gisement de Rhourde El Khroufe RKF est situé à 350 Km de sud-est de Hassi Massoud, 1200 Km au sud-est d'Alger. Ce champ a été découvert en septembre 1992.RKF se situé à l'Est du Sahara, dans la partie centrale du Bassin de Berkine à 1200 km d'Alger et à 340 km de Hassi-Massoud. Le Champ entier est dans le bloc 406A.

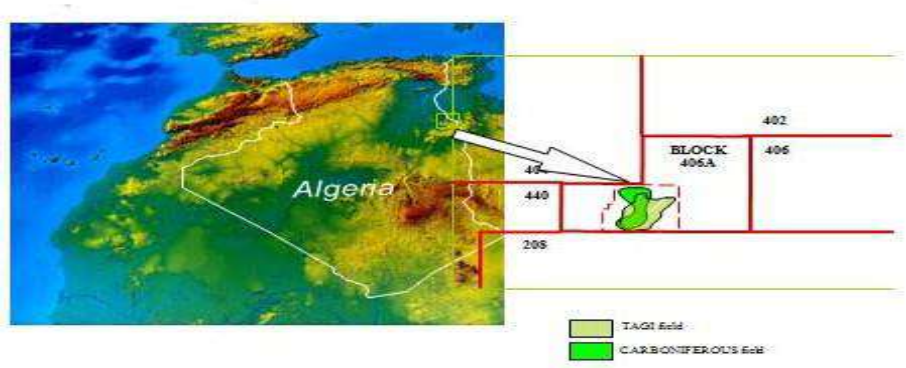


Figure 1.1 Localisation du groupement RKF

1.3 Organigramme de la région de RKF

La région se compose de 9 divisions. Ces divisions se composent en services dont le nombre est en fonction de l'importance des taches **(Figure 1.2) [4].**

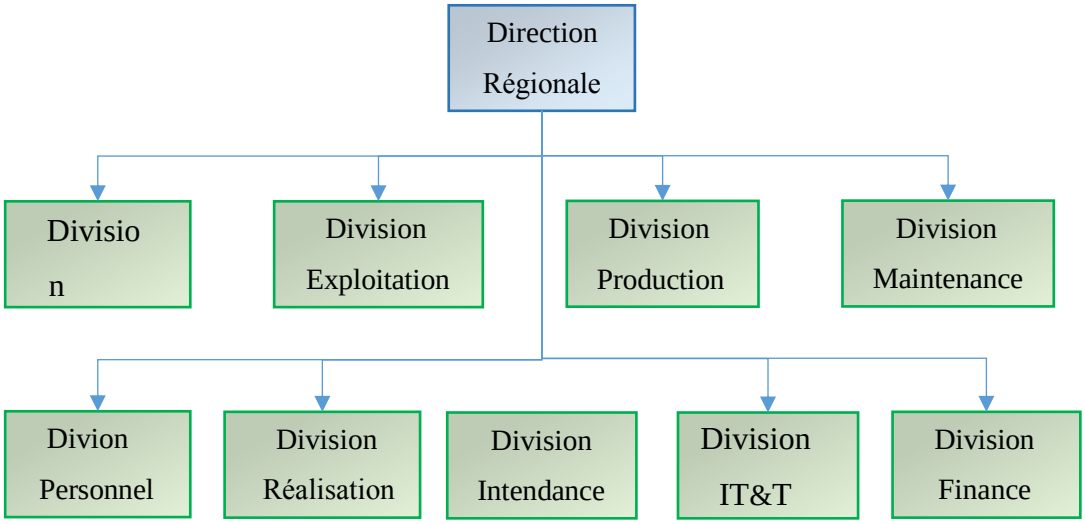


Figure 1.2 Organigramme de la région RKF

1.4 Unités de l'usine

1.4.1 Unité de séparation

Elle se compose de deux phases parallèles (deux bloc identique), chaque phase est constituée de quatre étapes de séparation par détente (de haut pression à basse pression).

- Phase 0 : contient (V-101, V-103, V-104, V-105) et le H-103, E-103c ;
- Phase 1 : contient (V-106, V-107, V-108, V-109), et le H-107, E-107.

Il y a le séparateur V-102 c'est un séparateur test situe avec la phase 0.

***Tableau 1.1** Description et capacités des séparateurs*

Séparateurs(TagN)	Description	capacités
V-101 /V-102/V-106	Séparateurs haute pression (HP)	37.41M^3,48BAR
V-103/V-107	Séparateurs moyenne pression(MP)	37.41M^3,48BAR
V-104/V-108	Séparateurs basse pression(BP)	74M^3,5BAR
V-105/V-109	Séparateurs flash(pression atmosphériques)	11.2M^3,5BAR
V-111/V-112	Ballons verticaux moyenne pression	1.81M^3,10.2BAR
V-110	Ballon vertical haute pression	4.8M^3,48.26BAR

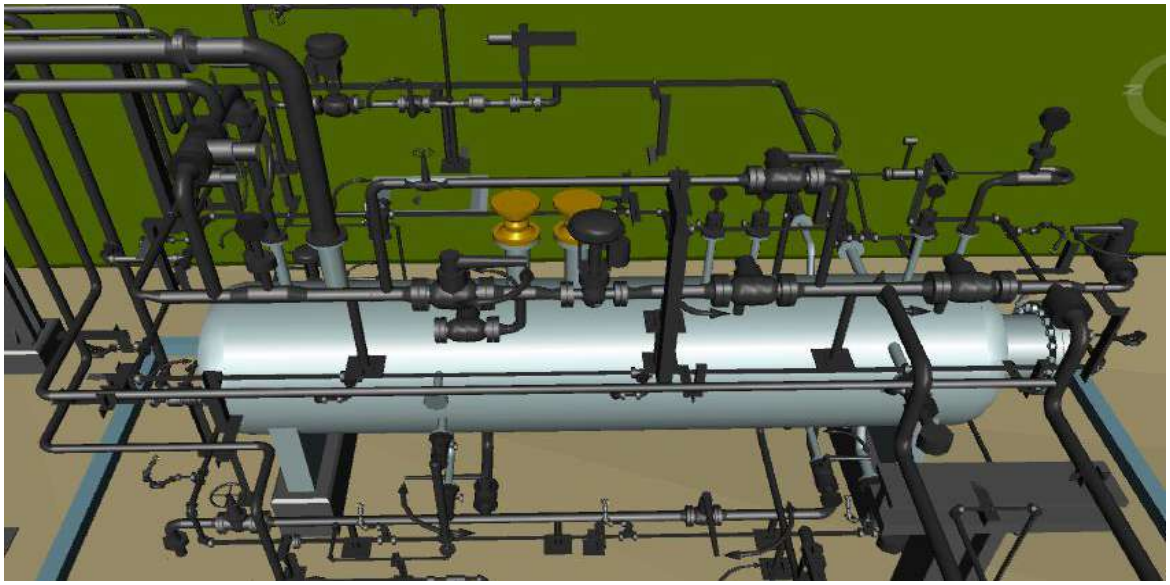


Figure 1.3 Séparateur LP (basse pression)

La pression dans chaque étape de séparation est le suivant :

- **1ère étape :** V-101et V-106 p=640 PSIG (HP) ;
- **2ème étape :** V-103 et V-107 P=180 PSIG (MP) ;
- **3ème étape :** V-104 et V-108 p=40 PSIG (LP) ;
- **4ème étape :** V-105 et V-109 p=5 PSIG (ATM).

D'après la pression de chaque puits il y a :

- **HP** entrée dans les séparateurs V-101(phase 0) et V-106 (phase1) ;
- **MP** entrée dans les séparateurs V-103(phase 0) et V-107 (phase1) ;
- **LP** entrée dans les séparateurs V-104(phase 0) et V-108 (phase1).

L'huile qui sort de V-101 et V-106 et V-102 (dans le cas d'un puits **HP**) entré dans les échangeurs de chaleur (H-103pour phase 0 et H-107pour phase 1) pour un préchauffage de pétrole pour augmenter sa température qui favorise le dégazage, l'huile entre dans le côté calandre de l'échangeur. Après ça entré dans V-103 (phase0) et V-107 (phase 1), avec les puits **MP.**

L'huile qui sort de V-103 et V-107 et V-102 (dans le cas d'un puits **MP**) entré dans les Burner séparateur V-104etV-108 avec les puits **LP**.

L'huile qui sort des Burner séparateur V-104 et V-108 entre dans les séparateurs atmosphériques V-105 et V-109. La sortie huile de ces dernier est envoyé vers les bacs de stockage T-205, T-206 et T-207 par les pompes P-103Aet B (phase 0) et P-104Aet B(phase1).

Le gaz qui sort des séparateurs V-101 et V-106 est envoyé vers le ballon séparateur V-110 pour la récupération du condensat, puis passe vers le 3ème étage des compresseurs X- 101A, B, C, D et E et le 1er étage du compresseur X-112.

Le gaz qui sort des séparateurs V-103 et V-107 est envoyé vers le 2ème étage des compresseurs X-101A, B, C, D et E et 2ème étage du compresseur X-111.

Le gaz qui sort des Burner séparateurs V-104 et V-108 est envoyé vers le ballon séparateur V-111(phase 0) et V-112(phase 1) pour la récupération du condensat, puis envoyer vers le 1er étage des compresseurs X-101A, B, C, D et E et le 1er étage du compresseur X-111.

Le gaz qui sort des séparateurs V-105et V-109 est envoyé vers le compresseurs X-110 pour comprimer jusqu'à la pression **MP**, après envoyer vers les séparateurs **MP**.

L'eau de chaque séparateur est envoyée vers le back T-101 pour la récupération du condensat, puis vers le bassin d'évaporation.

1.4.2 Unité de compression et réinjection de gaz

Elle a pour but de compresser le gaz récupérer de séparation afin de réinjection dans les puits avec une pression de 5100 PSIG.

Dans cette unité on trouve 7 compresseurs pour la compression de gaz produite de la séparation, ce dernier est réinjecté dans le gisement pour augmenter la durée de vie d´un puits. Les compresseurs X-101A, B, C, D et E avec un moteur marchent avec le fuel gaz avec quatre étages de compression, et les deux compresseurs X-111 et X-112 avec un moteur Electric et avec trois étages de compression.

Les 5 compresseurs X-101A, B, C, D et E ; chaque compresseur avec 4 étages de compression. Elles augmentent la pression jusqu'à la pression de gisement.

- **1er étage:** 40PSIG → 180PSIG ;
- **2ème étage:** 180PSIG → 650PSIG ;
- **3ème étage:** 650PSIG → 1750PSIG ;
- **4ème étage:** 1750PSIG → 5100PSIG.

X-111 avec 3 étages compression reçoit le gaz des séparateurs bas et moyenne pressions.

- **1er étage :** 40PSIG → 180PSIG ;
- **2ème étage :** 180PSIG → 340PSIG ;
- **3ème étage :** 340PSI → 645PSIG.

Avec 3 étages de compression reçoit le gaz de haut pression (HP), et augmenter jusqu'à la pression de gisement

- **1er étage :** 645PSIG → 1220 PSIG ;
- **2ème étage :** 1220PSIG → 2200PSIG ;
- **3ème étage :** 2200PSIG → 5100PSIG.

➢ Le gaz provenant des séparateurs à basse pression (V-105 et V-109) est reçu par le compresseur (X-110) et est comprimé en deux étapes. Ce gaz comprimé est envoyé aux séparateurs à moyenne pression (V-103 et V-107), où les composants les plus lourds sont récupérés en tant que brut extra (produit fini), alors que les composants les plus légers sont traités avec le reste des gaz.

Pour les compresseurs X-101A/B/C/C et D ont une capacité de compression de 12 MMSCF/D.

Les compresseurs X-111et X-112 ont une capacité de compression de 20 MMSCF/D.

1.4.3 Unité de stockage

a) Stockage du brut

Le stockage est l'étape final de la stabilisation du brut, il sert à regrouper toute notre production pour le vérifie et l'expédie dans des normes bien définie.

Le stockage s'effectue principalement dans des réservoirs métalliques, d'une forme cylindrique qui lui donne une bonne résistance à la pression interne et à toit fixe.

Le brut est stocké dans trois bacs à toits fixes d'une capacité totale de 125000 barils, les bacs T-205 et T-206 pour le stockage du brut repend à la norme de transport et l'autre bac T-207 pour le brut ne répond pas à la norme de vente et de transport.

Il y a trois conduites principales qui entrent dans le bac, une pour la production, l'autre pour l'expédition et la troisième pour le transfert du brut de bac á bac. Il y a aussi une autre ligne située ou fond du bac pour le drainage (lorsqu'on veut vider le bac complètement).

Une 4ème ligne pour la sortie gaz vers le système torche. Ce gaz est dans le bac pour assurer la protection de ce dernier de l'implosion lorsqu'il y a expédition, lorsque la pression monte au-

dessus de 4.2 in H2O, il y a une PV qui s'ouvre pour libérer le gaz vers la torche. Le tableau suivant donne les paramètres des bacs :

***Tableau 1.2** Paramètres des trois bacs de stockage du brut*

Bac	Diamètre (pieds)	Hauteur (pieds)	Capacité (barils)	Matériel
T-205	90	48	50000	AcierASTMA-283Gr-C
T-206	90	48	50000	AcierASTMA-283Gr-C
T-206	60	48	50000	AcierASTMA-283Gr-C

b) Stockage de l'eau

c) Il y a cinq bacs de stockage d'eau T-301, T-303, T-201, T-202 et T-203 et 2 unités de traitement d'eau X353 et X354 qui travaillent parla technique osmose in verse.

T-301 : bac de stockage de l'eau brute, **T-303** : bac de stockage de l'eau traité **T-201**, **T-202** et **T-203** : stockage de l'eau utilise en cas d'incendie.

1.4.4 Unité de fuel gaz (unité de traitement de gaz)



Figure 1.4 Unité de fuel gaz

L'unité se compose de deux phases parallèles (phase 0 et phase 1).

C'est une unité de transformation du gaz de haute pression (refoulement du troisième étage de compresseur) ou le gaz HP de séparation, pour enlevés les impétrés dans le gaz.

Elle a pour but est assure le fonctionnement des installations à gaz réchauffeurs :

1) Pour alimenter les moteurs des compresseurs X-101 A, B, C, D et E et le compresseur X-110 ;

2) Pour alimenter le pilote de la torche ;
3) Pour occuper le vide dans les bacs de stockage ;
4) Pour les fours H-103 et H-107 et les Burner des séparateurs V-104 et V-108.

Le principe de cette unité est la détente de pression de 1700 PSIG à 250PSIG. Le procédé utilisé est l'adsorption sur les tamis moléculaires. Dans ce procédé il y a deux étapes l'adsorption et la régénération des tamis moléculaires.

1.4.5 Unité de l'air instrument

Sur un site industriel, l'air comprimé est un fluide ayant plusieurs usages :

- Il sert de fluide moteur pour les instruments de contrôle et de sécurité ;
- Il assure le mouvement des tiges de vannes de régulation, ainsi que le positionnement des dispositifs de sécurité (ouverts ou fermés) ;
- Il est également utilisé en contrôle pneumatique pour moduler, amplifier et véhiculer les signaux de régulation ou de sécurité ;
- Comme fluide nécessaire à certaines opérations de maintenance ou de démarrage.

Elle a pour rôle de générer l'air à partir des compresseurs, pour la réalisation des plusieurs taches comme la commande des vannes pneumatique et assurer le fonctionnement des systèmes de sécurité.

Il y a les compresseurs de l'air instrument sont : C-319A/B, C-321A/B et C- 301A/B ; ces derniers aspirent l'air atmosphérique après filtration et comprimé jusqu'à la pression de 80 PSIG. Les compresseurs de l'air utilité sont : X-250A/B.

1.4.6 Unité électrique

L'énergie électrique est fournie par une ligne électrique 30 KV du Sonal gaz dans le cas d'une coupure d'électricités il y a 4 générateurs de type différents générateur à gaz et générateur à diesel.

Au niveau du RKF l'énergie électrique et fourni à partir de sonal gaz avec une tension de 30KV dans le cas d'une coupure d'électricité on a 4 générateur (2 générateurs à gaz X-302 X-314) (2 générateurs diesel X-303 X-315) + batterie pour l'alimentation de la salle contrôle et les équipements sensibles.

X-303/X-315 : dans le cas d'une coupure d'électricité il déclenche automatiquement il te donne le temps d'intervenir.

X-302/X-314 : dans le cas d'un problème qui prend du temps il faut le démarre.

1.4.7 L'unité de traitement d'eau

Le centre de production recevoir l'eau d'un puits d'eaux avec une salinité très élevé, si pour sa on a deux unités de traitement de l'eau X-353 et X-354 avec un système d'osmose inverse et on a deux bacs de stockage, une pour l'eau salle T-301 et l'autres pour l'eau traité T-303.

1.5 Système de sécurité

Afin de garantir de la bonne maîtrise des risques, le système de sécurité dispose de différentes couches de protection adéquates qui contribuent à la réduction des risques, les niveaux de protection dans ce projet sont les protections : **primaire**, **secondaire** et d'**urgence**.

1.5.1 Système de protection primaire

La protection primaire consiste à contrôler les installations contre les défaillances primaires, ce contrôle est effectué par la détection des perturbations des paramètres (pression, niveau, température et débit...) et déclencher les alarmes avec des actions correctives ; parmi les systèmes de la protection primaire on trouve le PCS (Process Control System).

1.5.1.1 Système de contrôle des procédés (PCS)

Les systèmes de contrôle des procédés (PCS) sont des équipements le long de la ligne de production qui s'appellent « le contrôle de supervision et l'acquisition des données » (SCADA Supervisory Control And Data Acquisition), des contrôleurs logiques programmables (PLC Programmable Logic Controllers) ou des systèmes de contrôle distribué (DCS Distributed Control Systems), qui peuvent rassembler et transmettre les données qui sont obtenus pendant le processus de production.

Le PCS peut être un élément relativement simple qui peut avoir un capteur, souvent appelé transducteur primaire qui reçoit une entrée, un contrôleur qui traite l'entrée et un récepteur qui traite une sortie.

1.5.2 Système de protection secondaire

La protection supplémentaire fournie doit être indépendante du système de protection primaire, elle inclut généralement une protection passive contre l'incendie et une protection contre la surpression comme le PSV (Pressure Safety Valve).

1.5.2.1 Soupape de sécurité PSV

Une soupape de sûreté ou soupape de sécurité est un dispositif de protection contre les surpressions dans les installations devant supporter des fortes pressions mais qui pourraient être endommagées avec souvent un risque de dommages importants similaires à une explosion si la pression devenait trop élevée.

Même si son rôle est très différent, de celui du clapet anti-retour utilisé dans tout système où la circulation du fluide ne devrait s'effectuer que dans un seul sens, comme dans un chauffe-eau solaire.

1.5.2.2 Protection passive contre l'incendie (PFP)

Une protection passive contre l'incendie est nécessaire pour réduire l'élévation de la température, en agissant comme une barrière de conductivité thermique faible et/ou comme une barrière d'absorption d'énergie thermique.

Lorsque les matériaux isolants (intumescents, composites, cimentés), les panneaux ou les couvertures préfabriqués (fibres céramiques ou minérales) sont appliqués aux barrières, à la structure et à l'équipement pour protéger contre les incendies d'hydrocarbures et les feux des nappes, les matériaux utilisés et les endroits dans lesquels ils sont utilisés, doivent fournir une période minimale de protection.

1.5.3 Systèmes de protection d'urgence

Les systèmes de détection de feu & de gaz (FGS), d'arrêt d'urgence (ESDS) et de dépressurisation d'urgence (EDP) sont conçus pour maîtriser les risques dans le cas où le système de contrôle de procédé (PCS) n'a pas détecté ou empêché une telle situation.

Ces systèmes (FGS et ESDS) seront détaillés dans les chapitres prochains.

1.6 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous donnons une présentation générale du champ de RKF concerne l'historique, la situation géographique, une description du centre de production et les différentes unités de l'usine. Nous donnons aussi les principales activités du laboratoire de RKF.

CHAPITRE 02 : Répartition des zones de feu et la description du système instrumenté de sécurité

2.1 Introduction

Dans la plupart des cas, la sécurité est obtenue par un certain nombre des systèmes de protection fondés sur diverses technologies (par exemple mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique, électronique et électronique programmable).

En conséquence, il faut que toute stratégie de sécurité prenne non seulement en compte tous les éléments d'un système individuel (par exemple les capteurs, les appareils de commande et les actionneurs), mais aussi qu'elle considère tous les systèmes relatifs à la sécurité comme des éléments individuels d'un ensemble complexe.

Parmi ces systèmes de sécurité on trouve le système instrumenté de la sécurité (SIS), mais pour assurer le fonctionnement normal et faciliter le contrôle de ce système il est impératif de faire une partition de la zone industrielle.

Dans ce chapitre on va décrire la méthodologie de la partition des zones de feu ainsi que le système instrumenté de sécurité (SIS), dans une autre partie on va détailler les deux systèmes critiques de sécurité : le système de détection feu & gaz et le système d'arrêt d'urgence.

2.2 Répartition de l'installation CPF

Le but de cette répartition est pour assurer :

- **Prévention :** séparer, si praticable, les sources d'allumage de carburant ;
- **Mitigation :**
  - Minimiser les conséquences des incendies, des explosions et d'autres risques ;
  - Minimiser l'inventaire des hydrocarbures dans les zones où l'incendie a été déclenché (isolement et dépressurisation) ;
  - Empêcher l'escalade de feu vers d'autres zones ;
  - Focaliser le système actif contre l'incendie dans une seule zone et améliorer la réponse d'urgence ;
  - Contenir le risque dans les limites de l'installation et éviter l'exposition du public aux dangers.
- **Evacuation et sauvetage :** protéger le personnel contre les incendies et les explosions par des voies d'évacuation sécurisées vers une zone sûre.

2.2.1 Définitions

2.2.1.1 Nuage du gaz/vapeur inflammable non-allumée

Mélange des gazes ou des vapeurs inflammables dans l'air qui brûleront lors de l'allumage.

2.2.1.2 Nuage de gaz toxique non-allumée

Mélange de gaz ou de vapeur toxique dans l'air.

2.2.1.3 Explosion du nuage de vapeur (VCE) dans l'unité

L'explosion résultant d'un allumage d'un nuage pré-mélangé de vapeur inflammable, de gaz avec l'air, dans lequel les flammes accélèrent à des vitesses suffisamment élevées pour produire une surpression significative.

Ce type d'explosion peut se produire dans une unité fermée confinée ou dans une unité ouverte encombrée.

2.2.1.4 Feu de nappe

Combustion de liquide inflammable ou combustible déversé et retenu sur une surface.

2.2.1.5 Feu de chalumeau

Libération des fluides inflammables allumée sous-pression.

2.2.1.6 Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE) & Boil Over

Le BLEVE peut être défini comme une vaporisation violente à caractère explosif consécutif à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique, le BLEVE peut survenir avec tout liquide, inflammable ou non, lorsqu'il est chauffé et contraint dans une enceinte fermée.

L'explosion par vaporisation, dite **boil over**. Pour voir apparaître ce phénomène il faut plusieurs conditions simultanées, il faut tout d'abord qu'il y ait de l'eau dans le fond d'un réservoir qui a pris feu, cette eau peut être présente dans le bac à la suite des précipitations, dans le cadre de la lutte contre l'incendie ou pour une autre raison, du fait de la différence de densité entre l'eau et les hydrocarbures, l'eau étant plus lourde, elle s'accumule dans le fond du bac, en cas de feu dans le bac et au bout d'un temps assez important, la chaleur dégagée par l'incendie

pourra vaporiser l'eau, projetant des gouttelettes d'hydrocarbure enflammées, sous la forme d'une boule de feu[1].

2.2.1.7 L'éruption (Blow-out)

L'éruption incontrôlée du mélange des hydrocarbures depuis un puits de forage ou d'exploitation, il correspond à un échec du contrôle de la pression du puits.

2.2.1.8 Explosion du réservoir à toit fixe

Explosion confinée d'un mélange combustible dans un système fermé tel qu'un bac.

2.2.1.9 Vaporisation de nappe de GPL

La vaporisation du GPL liquide qui a été déversé et retenu sur une surface.

2.2.1.10 Zone de feu

Zone ou l'installation où le matériel est regroupé par le niveau homogène de risque attaché à eux.

Cela n'implique que les conséquences d'un incendie, fuite de gaz inflammable ou une explosion correspondant à l'événement susceptible de se produire dans la zone de feu concernée, avec aucun impact sur d'autres zones de feu.

2.2.1.11 Zone limitée

Les limites de l'installation affectée en permanence par le fonctionnement normal de l'installation ou exceptionnellement par les conséquences d'une situation d'urgence causée par une défaillance majeure.

2.2.1.12 Zone impactée

Zone qui se prolonge au-delà des limites de l'installation, mais qui est néanmoins affectée de façon permanente par le fonctionnement normal de l'installation (par exemple du bruit ou de rayonnement) ou exceptionnellement par les conséquences d'une situation d'urgence causée par une défaillance majeure.

2.2.1.13 ESDVs

Vanne d'arrêt à haute intégrité, manipulant un fluide dangereux ou un fluide ayant une fonction essentielle, et situé à la limite d'une zone de feu ou dans une zone de feu pour limiter l'inventaire des hydrocarbures.

[1] HTTPS://FR.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/EXPLOSION_PAR_VAPORISATION,BLEVE

2.2.2 Méthodologie[2]

2.2.2.1 Principe

Une approche déterministe est utilisée pour délimiter les zones de feu, zones limitées et les zones impactées.

Une liste des scénarios dangereux doit être établie en effectuant une étude d'identification des dangers (HAZID) et en sélectionnant les résultats des scénarios appropriés dans la définition, si nécessaire, des scénarios pertinents non prévus peuvent être ajoutés.

L'analyse du résultat des scénarios retenus doit être établie en utilisant des modèles d'analyse de conséquence validés par l'expérience et / ou par règlement local.

Un ensemble des critères (limite d'inflammabilité, concentration des composés toxiques, rayonnement ou dose thermique, surpression) pour les effets maximaux tolérables applicables aux personnes et / ou au matériel doit être exigés.

Le résultat des calculs d'analyse de conséquence fournit des niveaux de sécurité définissant pour chaque cas (zone de feu / zone limitée / zone impactée), la distance de sécurité ou la limite de contour correspondante.

Une note de calcul doit être délivrée pour présenter les résultats des scénarios sélectionnés, les critères utilisés, les hypothèses prises et les résultats du calcul de la distance de sécurité, cette note de calcul doit être mise à jour à chaque phase de la conception de l'installation, elle doit également être mise à jour pendant la phase opérationnelle si un changement majeur se produit (par exemple : l'apparition de H2S, des nouvelles installations tierces voisines).

2.2.2.2 Identification des Scénarios

L'équipement de l'installation a été systématiquement révisé pour identifier les sources susceptibles de donner les taux de libération de gaz naturel ou d'hydrocarbures les plus élevés, ou le risque de dispersion toxique le plus élevé et donc les plus grandes conséquences, en principe, cela signifie généralement l'équipement avec la pression ou la taille de fonctionnement la plus élevée dans les installations.

Les scénarios suivants doivent être étudiés :

[2] IMPACTED AREA, RESTRICTED AREA AND FIRE ZONES GS EP SAF 253

- Libération de gaz causée par la fuite et la dispersion de gaz associée, les feux de chalumeau ou l'explosion ;
- Libération d'huile causée par des fuites associées avec des feux de chalumeau et de nappe ;
- Feu de nappe (bassins de rétention).

2.2.2.3 Application des scénarios

Le tableau 2.1 ci-dessous donne les résultats des différents scénarios utilisés pour définir les distances entre les zones de feu et pour établir les limites de contour des zones limitées et impactées des installations.

***Tableau 2.1** Différents scénarios pour les différentes distances de sécurité*

Fire zone	Restricted area	Impacted area
Un-ignited leak gas/spray/liquid (LFL)		
	Un-ignited leak gas/spray/liquid (Toxic)	
Jet fire gas/spray/liquid (Radiation)		
Pool fire (Radiation)		
VCE (Overpressure)		
	BLEVE and Boil over (Radiation)	
	Blow-out: un-ignited (LFL - Toxic), Blow-out: ignited (Radiation)	
	Fixed roof tank explosion (Overpressure)	
	Flare flame out: continuous and emergency(LFL - Toxic)	Flare flame out: continuous and emergency(Toxic)
	Flaring normal operation: continuous and emergency (Radiation - Toxic)	
	Cold vents: continuous and emergency(LFL - Toxic)	Cold vents: continuous and emergency(Toxic)
	Cold vents ignited: continuous and emergency (Radiation - Toxic)	
	Degassing vents (LFL - Toxic)	
	Degassing vents ignited (Radiation)	
LPG pool vaporisation (LFL)		
Any other relevant scenario outcomes resulting from the HAZID study or imposed by local regulations		

2.2.3 Distance de sécurité

2.2.3.1 ESDVs

Le tableau 2.2 ci-dessous indique les scénarios, les principales données d'entrée (basées sur des événements crédibles retenus) et les critères applicables pour établir les distances de sécurité ESDV

***Tableau 2.2** Différents scénarios et critères pour les distances de sécurité d'ESDV*

Effect	Scenario	Specific conditions	Criteria
Thermal Radiation(including solar radiation)	Jet fire from gas, two-phase or liquid release	▸ 20 mm leak diameter ; ▸ Initial release rate for 10 minutes ; ▸ Release height 1 m.	15.9 kW/m^2
	Pool fire in retention basin	Size of retention basin	
Overpressure	Vapour cloud explosion (VCE) in unit	Unit volume half full of flammable gas at stoichiometric concentration	300 mbar

2.2.3.2 Zone du feu

Le tableau 2.3 ci-dessous indique les scénarios, les principales données d'entrée et les critères applicables pour établir les distances de la zone de feu.

***Tableau 2.3** Différents scénarios pour la zone de feu*

Effect	Scenario	Specific conditions	Criteria
Flammability	Un-ignited flammable gas/spray cloud dispersion from gas/ two- phase or liquid release	▸ 20 mm leak diameter ▸ Initial release rate for 10 minutes ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet and horizontal-impacted jet	LFL
	Liquid pool vaporisation (LPG only)	▸ Size of retention basin or 20 mm leak diameter (spreading pool) ▸ Initial release rate for 10 minutes ▸ Release height 1m ▸ Horizontal jet	
Thermal radiation	Jet fire from gas, two-phase or liquid release	▸ 20 mm leak diameter ▸ Initial release rate for 10 minutes ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet	9.5 kW/m^2
	Pool fire in retention basin	▸ Size of retention basin	
Overpressure	Vapour cloud explosion (VCE) in unit	▸ Unit volume half full of flammable gas at stoichiometric concentration	200 mbar

2.2.3.3 Zone limitée

Le tableau 2.4 ci-dessous indique les scénarios, les principales données d'entrée (basées sur des événements crédibles retenus) et les critères applicables pour établir les distances de la zone limitée.

***Tableau 2.4** Différents scénarios pour la zone limitée*

Effect	Scenario	Specific conditions	Criteria
Flammabi--lity	Un-ignited flammable gas/spray cloud dispersion from gas/ two- phase or liquid release	▸ Leak diameter vs. pipe diameter: 0.20 pipe diameter limited to a leak size of 150 mm ▸ Average release rate or release rate vs. Time ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet and horizontal-impacted jet	LFL
Toxicity	Un-ignited toxic gas/spray cloud dispersion from gas/ two- phase or liquid release	▸ Leak diameter vs. pipe diameter: 0.20 pipe diameter limited to a leak size of 150 mm ▸ Average release rate or release rate vs. time ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet and horizontal-impacted jet	Toxic gas LC1%
Thermal radiation or Thermal dose	Jet fire from gas, two-phase or liquid release	▸ Leak diameter vs. pipe diameter: 0.20 pipe diameter limited to a leak size of 150 mm ▸ Average release rate or release rate vs. time ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet	4.7 kW/m^2
	Pool fire in retention basin	▸ Size of retention basin	
	Flare for emergency operation	▸ Emergency flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ 4.7 kW/m^2 ▸ Toxic gas TLV STEL
	Flare for continuous operation	▸ Maximum continuous flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ 3.2 kW/m^2 ▸ Toxic gas TLV TWA
	BLEVE	▸ Volume of liquid under pressure in sphere or bullet	1000 (kW/m^2) 4/3. s
	Boil over (2)	▸ Tank liquid volume	
Over-pressure	Vapour cloud explosion (VCE) in unit	▸ Unit volume full of flammable gas at stoichiometric concentration	140 mbar
Flammabi--lity & toxicity	Flare flame out (flammable gas and toxic gas release)	▸ Continuous and emergency flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ LFL ▸ Toxic gas LC1%
	Cold vent for emergency operation (un-ignited release)	▸ Emergency flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ LFL ▸ Toxic gas TLV STEL
	Degassing vent - normal operation	▸ Maximum continuous flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ LFL ▸ Toxic gas TLV TWA
	Blow out (un-ignited release)	▸ Tubing diameter ▸ Release rate according tubing diameter and well conditions ▸ Vertical jet	▸ LFL ▸ Toxic gas LC1%

Thermal radiation & toxicity	Cold vent for emergency operation (ignited release)	▸ Emergency flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ Toxic gas LC1% ▸ 4.7 kW/m^2
	Blow out (ignited release)	▸ Tubing diameter ▸ Release rate according tubing diameter and well conditions ▸ Vertical jet	▸ Toxic gas LC1% ▸ 4.7 kW/m^2

2.2.3.4 Zone impactée

Le tableau 2.5 ci-dessous indique les scénarios, les principales données d'entrée (basées sur des événements crédibles retenus) et les critères applicables pour établir les distances de la zone impactée.

***Tableau 2.5** Différents scénarios pour la zone impactée*

Effect	Scenario	Specific conditions	Criteria
Toxicity	Un-ignited toxic gas/spray cloud dispersion from gas/ two-phase or liquid release	▸ Leak diameter vs. pipe diameter: 0.20 pipe diameter limited to a leak size of 150 mm ▸ Average release rate or release rate vs. time ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet and horizontal impacted jet	Toxic gas IDLH
	Blow out (un- ignited release)	▸ Tubing diameter ▸ Release rate according tubing diameter and well conditions ▸ Vertical jet	
Thermal radiation or Thermal dose	Jet fire from gas, two-phase or liquid release	▸ Leak diameter vs. pipe diameter: 0.20 pipe diameter limited to a leak size of 150 mm ▸ Average release rate ▸ Release height 1 m ▸ Horizontal jet	3.2 kW/m2 (1)
	Pool fire in retention basin	▸ Size of retention basin	
	BLEVE	▸ Volume of liquid under pressure in sphere or bullet	600 (kW/m2)4/3.s
	Boil over	▸ Tank liquid volume	
Overpressure	Vapour cloud explosion (VCE) in unit	▸ Unit volume full of flammable gas at stoichiometric concentration	50 mbar
Toxicity & thermal radiation	Flaring for emergency operation	▸ Emergency flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ Toxic gas IDLH ▸ 2.0 kW/m^2
	Flaring for continuous operation	▸ Maximum continuous flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	1.6 kW/m^2
	Cold vent for emergency operation (ignited release)	▸ Emergency flow rate ▸ Release direction according to the tip direction	▸ Toxic gas IDLH ▸ 2.0 kW/m^2

	Blow out (ignited release)	▸ Tubing diameter ▸ Release rate according tubing diameter and well conditions ▸ Vertical jet	▸ Toxic gas IDLH ▸ 3.2 kW/m^2

2.2.4 Dessin des zones

La figure 2.1 suivante illustre les dessins de sécurité pour le CPF (GTIM).

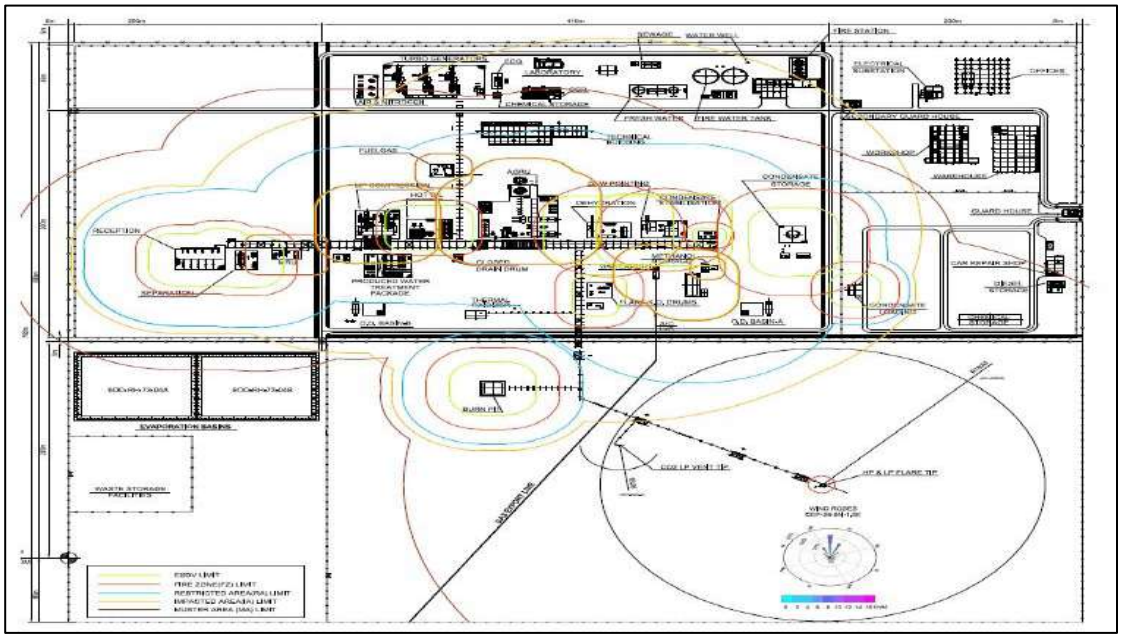


Figure 2.1 Exemple d'un dessin de sécurité -CPF RKF

2.3 Système Instrumenté de Sécurité SIS[3]

Le premier objectif assigné à un SIS est la détection des situations dangereuses (augmentation de température ou de pression, fuite de gaz…) pouvant mener à un accident (incendie, explosion, rejet d'un produit dangereux…) et de mettre ensuite en œuvre un ensemble de réactions nécessaires à la mise en sécurité de l'EUC (Equipement Under Control), en un temps spécifié, les figure 2.2 et 2.3 explique le rôle de SIS.

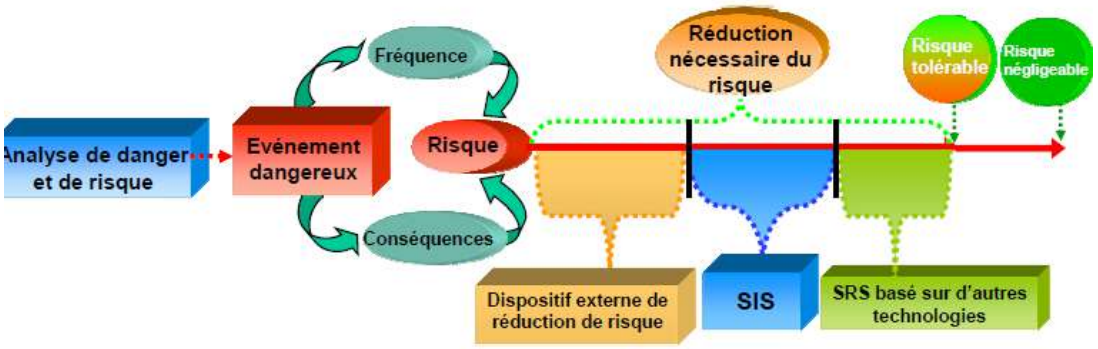


Figure 2.2 Rôle de SIS dans le processus de réduction des risques

[3] PRESENTATION DU SYSTEME INSTRUMENTE DE SECURITE SIS, INNAL FARES, UNIVERSITE HADJ LAKHDAR.

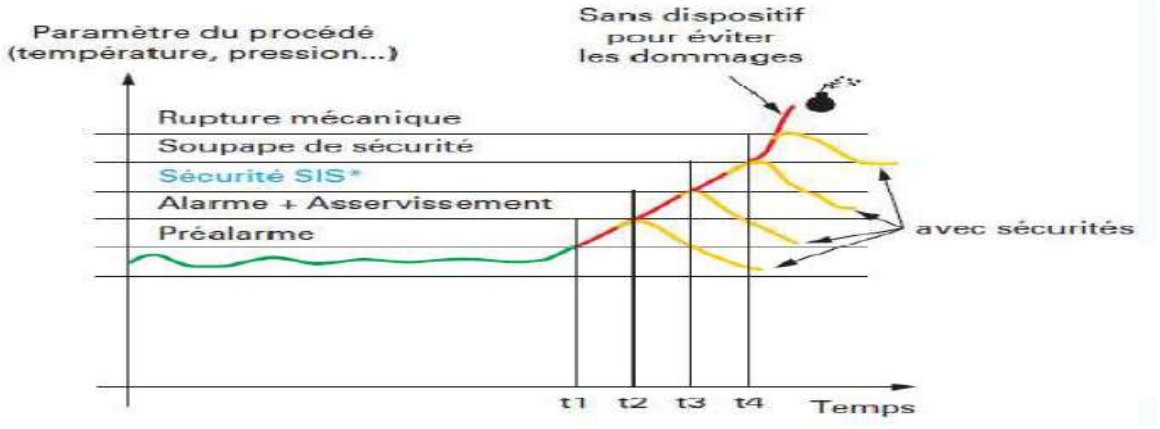


Figure 2.3 Activation d'un SIS

2.3.1 Définitions

2.3.1.1 SIS = E/E/EP SRS

Système Electrique/ Electronique/ Electronique programmable relatif à la sécurité qui met en œuvre des fonctions de sécurité requises pour atteindre un état de sécurité ou pour maintenir un tel état [IEC 61508].

2.3.1.2 Sécurité fonctionnelle

Sous-ensemble de la sécurité globale se rapportant d'équipement à protéger (*EUC : Equipement Under Control*) et son système de commande (*BPCS : Basic Process Control System*), qui dépend du fonctionnement correct des SIS (*Safety Instrumented System*), des systèmes, relatifs à la sécurité, basés sur d'autres technologies et des dispositifs externes de réduction de risque.

2.3.1.3 Fonction Instrumentée de Sécurité (*SIF:Safety Instrumented Function*)

Fonction de sécurité réalisée par un SIS avec un niveau d'intégrité de sécurité (*SIL : Safety Integrity Level*) spécifique, qui est nécessaire pour assurer la sécurité fonctionnelle (prévue pour assurer ou maintenir un état de sécurité de l'équipement à protéger par rapport à un événement dangereux spécifique).

2.3.1.4 Niveau d'intégrité de sécurité (SIL)

Niveau discret, parmi quatre possibles, permettant de spécifier les prescriptions concernant l'intégrité de sécurité des fonctions de sécurité à allouer aux SIS.

2.3.1.5 Architecture d'un SIS

Système instrumenté utilisé pour mettre en œuvre une ou plusieurs fonctions instrumentées de sécurité.

Un SIS se compose de n'importe quelle combinaison de capteur(s), d'unités logique(s) et d'élément(s) terminal (aux), figure 2.4.

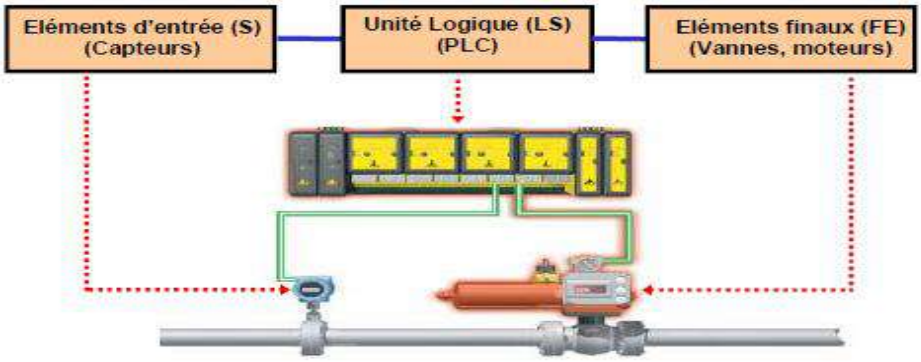


Figure 2.4 Architecture d'un SIS

2.3.1.5.1 Sous-système « Eléments d'entrée (S) »

Constitué d'un ensemble des éléments d'entrée (capteurs, détecteurs) qui surveillent l'évolution des paramètres représentatifs du comportement de l'EUC (température, pression, débit, niveau…).

2.3.1.5.2 Sous-système « Unité Logique (LS) »

Comprend un ensemble d'éléments logiques qui récoltent l'information en provenance du sous-système S et réalisent le processus de prise de décision qui s'achève éventuellement, si l'un des paramètres dévie au-delà d'une valeur-seuil, par l'activation du sous-système FE.

2.3.1.5.3 Sous-système « Eléments Finaux (FE) »

Agit directement (vanne d'arrêt d'urgence) ou indirectement (alarme) sur le procédé pour neutraliser sa dérive en le mettant, en général, dans un état sûr.

2.3.2 Elément initial : détecteurs /capteurs

2.3.2.1 Détection du niveau

Le contrôle de niveau est utilisé dans de nombreux et divers domaines, afin de connaître l'état de remplissage de récipients, c'est-à-dire le niveau qu'y atteint le produit présent.

Il existe deux types d'informations relatives au niveau : La mesure continue et la détection de seuil.

2.3.2.2 Détection de pression

Une sonde de pression (ou capteur de pression) est un dispositif destiné à convertir les variations de pression en variations de tension électrique.

Lorsque la sonde est reliée à un système numérique, les variations analogiques sont d'abord converties en signaux numériques binaires par un convertisseur analogique-numérique avant d'être transmises à l'ordinateur de contrôle et de gestion.

L'unité de pression fournie par la sonde peut être exprimée en différentes unités, telle que bar, pascal, etc.

2.3.2.3 Détecteurs de gaz inflammables (Line-Of-Sight)

Assurer une surveillance continue des concentrations combustibles de gaz d'hydrocarbures dans une large gamme (généralement, de 0 à 5 LFL-mètres, sur une distance de 5 à 120 mètres), ils doivent fonctionner sous les fortes vibrations typiques d'un site industriel et doivent résister à des environnements difficiles.

2.3.2.4 Détecteurs IR de gaz toxiques (pour la détection du CO2)

Comprend une chambre allongée configurée pour permettre à un fluide d'entrer dans la chambre, une lampe est positionnée afin de projeter un rayonnement dans la chambre, au moins un miroir est disposé à proximité d'une extrémité de la chambre, le miroir reflète le rayonnement provenant de la lampe vers une seconde extrémité, opposée, de la chambre.

Au moins deux détecteurs sont positionnés afin de recevoir au moins une partie du rayonnement reflété par le miroir, le rayonnement se déplace à travers la chambre au moins une fois dans chacune des directions opposées avant que les détecteurs ne le reçoivent, une indication provenant des détecteurs fournit des informations concernant un gaz d'intérêt dans le fluide à l'intérieur de la chambre.

2.3.2.5 Détecteurs de gaz catalytiques

Sont utilisés dans la surveillance continue des atmosphères pour détecter la présence de gaz inflammables de faible poids moléculaire, comme le méthane, le principe de fonctionnement repose sur le fait que de petites concentrations de gaz hydrocarbonés sont oxydées catalytiquement dans l'air à des températures élevées sur un catalyseur approprié tel que le palladium, le rhodium, le platine ou l'iridium, la réaction exothermique résultante produit une élévation de température qui est détectée par un capteur, il existe une relation directe entre le degré d'élévation de la température et la proportion de gaz combustible dans l'atmosphère mesurée.

2.3.2.6 Détecteurs de flammes UV / IR

Peut détecter des feux de gaz, d'hydrocarbures, d'hydrogène, de métaux et de matières non organiques.

Le détecteur de flammes à UV / IR perçoit l'énergie radiante dans les longueurs d'onde UV / IR du spectre électromagnétique, les signaux provenant des deux capteurs sont analysés selon leur fréquence, leur intensité et leur durée.

Une détection simultanée de l'énergie radiante des deux capteurs, à infrarouge et à ultraviolet, déclenche un signal d'alarme.

Le capteur à ultraviolet est équipé d'un circuit logique spécial qui évite toutes fausses alarmes dues au rayonnement solaire.

2.3.2.7 Détecteurs de chaleur

Dans certaines pièces humides ou poussiéreuses, un détecteur de fumée peut ne pas fonctionner correctement, le détecteur de chaleur déclenche son alarme dès que la température de la pièce atteint entre 54° et 62 °C.

2.3.2.8 Détecteurs de fumée

Une source lumineuse éclaire une chambre de détection obscure, cette chambre contient aussi une cellule photo-électrique qui transforme la lumière en un faible courant électrique, lorsque les particules de fumée pénètrent dans la chambre de détection, la lumière est réfléchie sur la surface des particules de fumée et entre en contact avec la cellule, ce qui déclenche l'alarme.

2.3.3 Unité logique : Triconex

Le banc de travail du développeur Tri Station 1131 est un outil intégré pour le développement, le test et la documentation des programmes de contrôle qui s'exécutent dans le contrôleur Tricône.

La Tri Station 1131 est conforme à la norme internationale IEC 61131 pour les contrôleurs programmables et suit les lignes directrices Microsoft Windows pour les interfaces utilisateurs graphiques (figure 2.5).

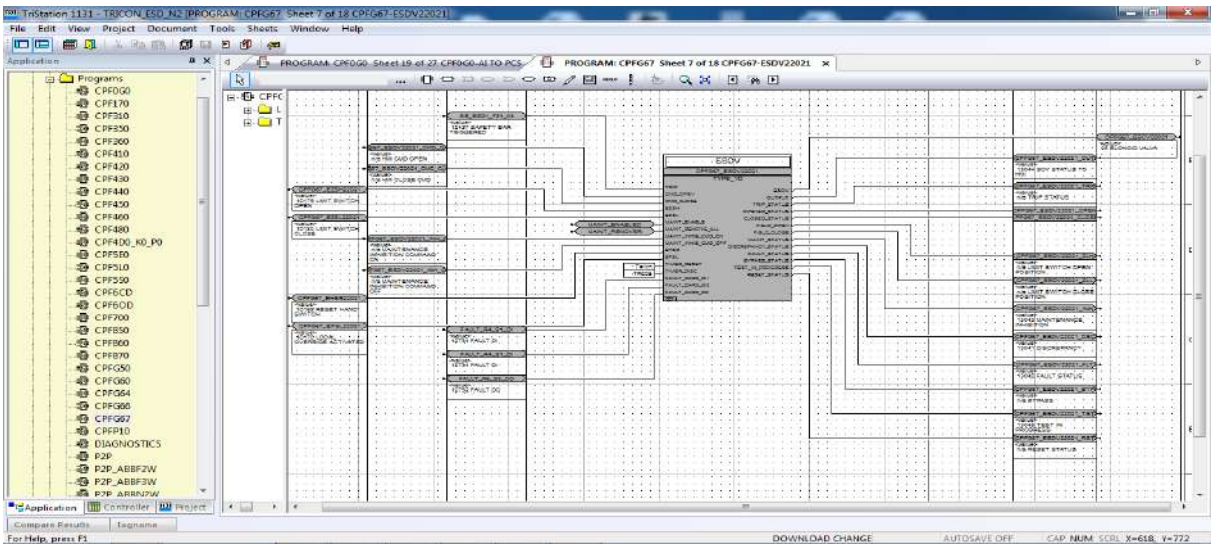


Figure 2.5 Exemple Triconex

2.3.4 Elément final : Actionneurs

2.3.4.1 Vannes ESDV et BDV

- **ESDV :** Vanne d'arrêt à haute intégrité, manipulant un fluide dangereux ou un fluide ayant une fonction essentielle, et située à la limite d'une zone de feu ou dans une zone de feu pour limiter l'inventaire des hydrocarbures (figure 2.6) ;

- **BDV :** Afin d'éviter une surcharge par évasement, les temporisateurs BDV locaux (pneumatiques ou hydrauliques) doivent être installés pour s'assurer que les ESDV sont fermées avant que les BDV ne soient ouvertes (délais courts dans l'ordre de quelques secondes), il est interdit à ces temporisateurs locaux d'obtenir une dépressurisation progressive (par exemple, une minute ou plus).



Figure 2.6 Vanne On / Off

2.3.4.2 Actions exécutives / Logique de vote pour la détection du gaz

Un minimum de 3 détecteurs doit être fourni pour obtenir un vote de 2 sur 3 au minimum, chaque détecteur doit surveiller les mêmes dangers.

Le tableau 2.6 suivant résume la logique de vote :

***Tableau 2.6** Logique de vote pour la détection du gaz*

D 1	D 2	D 3	ACTION	D 1	D 2	D 3	ACTION
N	N	N	Aucune	D	D	F	Action / Défaut alarme
N	N	D	Alarme	F	D	N	Alarme/ Défaut alarme
N	N	F	Défaut alarme	F	D	D	Action / Défaut alarme
D	N	N	Alarme	F	D	F	Alarme/ Défaut alarme
D	N	D	Action	N	F	N	Défaut alarme
D	N	F	Alarme/ Défaut alarme	N	F	D	Alarme/ Défaut alarme
F	N	N	Défaut alarme	N	F	F	Défaut alarme
F	N	D	Alarme/ Défaut alarme	D	F	N	Alarme/ Défaut alarme
F	N	F	Défaut alarme	D	F	D	Action/ Défaut alarme
N	D	N	Alarme	D	F	F	Alarme/ Défaut alarme
N	D	D	Action	F	F	N	Défaut alarme
N	D	F	Alarme/ Défaut alarme	F	F	D	Alarme/ Défaut alarme
D	D	N	Action	F	F	F	Défaut alarme
D	D	D	Action				

Où :

- **D1, D2, D3** : détecteur 1, détecteur 2, détecteur 3 ;
- **D** = Détection, **N** = Pas de Détection, **F** = défaut ;
- **Défaut Alarme** : défaut ou défaillance rapporté ;
- **Action** : Action automatique déclenchée par FGS selon la matrice des causes et des effets du feu et du gaz ;
- **Alarme** : alarme déclenchée par FGS ;
- **Aucune** : Aucune action logique par le système.

2.3.4.3 Actions exécutives / Logique de vote pour la détection du feu

Lorsque des actions automatiques doivent être effectuées, un minimum de 3 détecteurs doit être fourni pour obtenir un vote de 2 sur 3 au minimum, à l'exception de la fiche fusible qui fonctionne sur une base 1oo1, chaque détecteur doit surveiller les mêmes dangers.

En cas de détection de feu par UV / IR ou Fusible Plug, les actions suivantes doivent être appliquées :

- Détection simple de feu (1ooN) : alarme dans la salle centrale de contrôle située au CPF;
- Détection de feu confirmée (2ooN et exception pour Fusible Plug 1ooN) : alarme dans la salle centrale de contrôle située au CPF, alarme incendie générale dans la zone de feu concernée et initiation des fonctions de contrôle (par exemple ESD-1).

Pour CPF, en cas de détection de feu confirmée dans la zone de traitement, les pompes à eau incendie démarreront et les systèmes de déluge seront activés dans la zone de feu concernée.

2.4 Systèmes d'urgence[4]

Au cas où le système de contrôle (PCS) n'a pas réussi à détecter ou d'empêcher une telle situation, les systèmes de détection de feu et de gaz (FGS), d'arrêt d'urgence (ESDS) et de dépressurisation d'urgence (EDP) sont conçus pour mettre les risques sous contrôle.

Chacun d'eux est considéré comme un système instrumenté de sécurité (SIS) qui se compose d'un ensemble des boucles de sécurité, en général, les boucles de sécurité se composent de capteurs de champ (initiateurs), de solveurs logiques et d'éléments finaux (par exemple, des vannes).

2.4.1 Système de sécurité des procédés (PSS)

Le PSS fait partie des systèmes de sécurité de l'installation, sur commande, il doit effectuer automatiquement l'arrêt sécurisé des unités ou équipements particuliers (par exemple, Shut-Down niveau 03) tel que défini par les philosophies de sécurité.

L'existence d'un PSS n'est pas obligatoire et il est acceptable que les fonctions normalement obtenues par ce PSS (c'est-à-dire les actions d'arrêt SD-3) soient contrôlées par l'ESDS, c'est généralement le cas pour des installations très simples et / ou des packages de très faible complexité.

2.4.2 Système de dépressurisation d'urgence (EDP)

Un système EDP est considéré comme le moyen le plus efficace, après un incendie confirmé et / ou une détection de gaz, pour atténuer les conséquences (en particulier pour les installations de traitement des gaz).

2.4.2.1 Temporisateurs BDV

Afin d'éviter une surcharge par évasement, les temporisateurs BDV locaux (pneumatiques ou hydrauliques) doivent être installés pour s'assurer que les ESDV sont fermées avant que les BDV ne soient ouvertes (délais courts dans l'ordre de quelques secondes).

Il est interdit à ces temporisateurs locaux d'obtenir une dépressurisation progressive (par exemple, une minute ou plus).

[4] EMERGENCY SHUT-DOWN AND EMERGENCY DE-PRESSURIZATION (ESD & EDP) GS EP SAF 261

2.4.3 Généralités sur le système FGS

Le système de détection et de protection FGS fait partie des systèmes de sécurité de l'installation, sa fonction est d'atténuer les effets de tout incendie et / ou dégagement de gaz afin de protéger le personnel, l'environnement et les installations.

Le système FGS surveillera en permanence les installations et lancera les alertes au personnelles et les actions de protection automatiques ou manuelles telles que définies dans les philosophies de sécurité.

Le système comprend des équipements de détection et des stations d'alarme manuelles montés sur le terrain, une unité logique du système pour le traitement des signaux entrants, des alarmes et des unités HMI (Humane Machine Interface), le système est capable de traiter tous les signaux d'entrée conformément aux fiches de protection contre l'incendie applicables ou aux diagrammes Cause et Effet.

Les objectifs des systèmes de détection de feu et gaz sont de détecter et d'alerter rapidement le personnel des situations potentiellement dangereuses en termes d'incendie ou d'atmosphère inflammable afin de permettre l'initiation automatique et / ou manuelle d'actions appropriées pour éviter ou minimiser les risques d'escalade :

- Surveiller continuellement les zones où il existe un risque d'incendie ou une fuite de gaz inflammable ou toxique ;
- Alerter le personnel de la salle centrale de contrôle sur la présence, l'emplacement et la nature de l'incendie ou du gaz dans le cas d'urgence ;
- Alerter le personnel au danger via le système PA / GA ;
- Activer automatiquement les systèmes fixes de protection contre l'incendie le cas échéant ;
- Réduire les risques pour le personnel en mettant en œuvre des actions de contrôle exécutives et / ou des événements d'arrêt.

FGS doit remplir les fonctions suivantes :

- La surveillance (monitoring) ;
- Déclanchement d'alarme ;
- Initier les actions de sécurité appropriées.

2.4.3.1 Surveillance (monitoring)

Le système FGS fournit une détection rapide et fiable du feu ou du gaz, surveiller en permanence toutes les zones où un incendie ou une accumulation d'un mélange gazeux inflammable ou explosif peut se produire, il surveille continuellement la chaleur, la flamme infrarouge, la fumée, la température, les points d'alarme manuels et les niveaux de gaz toxiques ou combustibles avec l'utilisation de dispositifs de terrain dédiés.

2.4.3.1.1 Choix des dispositifs de détection

Pour décider le type et l'étendue de la détection requise pour des dangers particuliers, les facteurs suivants doivent être pris en compte :

- Catégorie de matières combustibles ;
- Emplacement des équipements susceptibles de constituer une source d'inflammation ;
- Classification des zones dangereuses ;
- Performance des dispositifs de détection ;
- Maintenabilité des dispositifs de détection ;
- Conditions environnementales ;
- Taux de propagation.

2.4.3.1.2 Détection de gaz

a. Spécifications

Des détecteurs de gaz doivent être installés au CPF, aucune détection de gaz inflammable n'est prévue à la tête de production, clusters, exportation de gaz GR5 tie-in.

Les types de détecteurs de gaz suivants doivent être utilisés :

- Détecteurs de gaz inflammables (Line-Of-Sight) : dans les zones extérieures ouvertes ;
- Détecteurs catalytiques de gaz inflammables :
    - Étalonné pour le méthane dans les zones externes congestionnées et à l'intérieur de zones internes sélectionnées (c.-à-d. Prises d'air, bouches d'air, etc.) ;
    - Étalonné pour la vapeur de condensat dans les zones de condensation ;
    - Calibré pour le méthanol dans les zones de méthanol ;
    - Calibré pour l’hydrogène : dans les salles de batteries ;

- Détecteurs de gaz toxiques IR (pour la détection du dioxyde de carbone) : dans les zones extérieures où la présence du CO2 à basse pression.

b. Emplacement

Des détecteurs de gaz inflammables à point catalytique doivent être fournis :

- ❖ Tout au long la zone de process surtout dans les zones congestionnées ;
- ❖ Aux sources d'inflammation potentielles sur la base de 3 détecteurs proches de chaque source critique ;
- ❖ Aux prises d'air de combustion / ventilation sur la base de 3 détecteurs à chaque entrée d'air de l'enceinte du moteur / de la garniture (sauf s'il est situé à l'extérieur de la zone limitée générée par le processus et la zone non dangereuse) ;
- ❖ Aux prises d'air HVAC et aux serrures à air des bâtiments (si elles sont situées à l'intérieur ou à la limite d'une zone limitée) ;
- ❖ À l'intérieure du laboratoire ;
- ❖ Proximité de la stabilisation des condensats et du stockage des condensats pour les détecteurs de gaz catalytiques calibrés pour la vapeur de condensat ;
- ❖ À l'intérieure de la chambre à batteries pour les détecteurs de gaz catalytiques calibrés pour l'hydrogène.

Des détecteurs de gaz à faisceau infrarouge doivent être fournis au CPF dans toute la zone de traitement, en plus des détecteurs catalytiques à gaz ponctuels.

Un détecteur de gaz à point catalytique étalonné pour la vapeur de méthanol doit être installé au CPF près des installations de méthanol.

Des détecteurs de gaz à point d'émission de CO2 doivent être fournis au CPF autour de la zone amine (AGRU).

2.4.3.1.3 Détection de feu

a. Spécifications

Des détecteurs de flamme, de chaleur et de fumée doivent être installés dans toutes les installations, les types de détecteurs de flamme suivants doivent être utilisés :

- ➢ Détecteurs de flammes : UV / IR ;
- ➢ Détecteurs de chaleur : taux de montée, taux compensé, thermostatique, Fusible Plug ;
- ➢ Détecteurs de fumée : optique et précoce.

Les détecteurs de fumée seront fournis dans des zones critiques, c'est-à-dire les salles de télécommunications, d'électricité et d'instrumentation.

b. Emplacement

Des détecteurs de flamme sont fournis à CPF :

- UV/IR à travers la zone process &utilities où un incendie peut se produire (par exemple, compresseurs, stockage de produits chimiques, traitement de condensat, etc.) ;
- Bouchon fusible (stockage du méthanol, intérieur du réservoir de condensat) ;
- Détecteurs de chaleur à taux de montée, détecteurs de fumée optiques dans le Technical Building, CCR et salles techniques de bâtiment d'atelier ;
- Détecteurs de chaleur thermostatiques et détecteurs de fumée optiques dans les ateliers, les magasins et les laboratoires ;
- Détecteur de fumée optique dans les bureaux, hébergement de la caserne des pompiers;
- Détecteurs de fumée optiques dans l'unité de traitement d'air (prise d'air et sortie) ;
- Détecteurs de chaleur à compensation de vitesse dans la zone des transformateurs ;
- Boîtiers intérieurs (Détecteurs de chaleur à la hausse des turbogénérateurs, turbocompresseurs, thermomètres à compensation de vitesse et détecteurs de flamme UV / IR dans le générateur diesel d'urgence).

2.4.3.2 Public Address & General Alarm system PA/GA

L'objectif du système d'alarme est d'indiquer l'emplacement d'un incendie ou d'une accumulation dangereuse de gaz inflammables, de vapeurs ou de gaz toxiques et d'alerter le personnel du CPF, et de la salle centrale de contrôle d'un éventuel incendie ou incident de gaz.

L'exigence de base du système PA / GA est qu'il délivre des signaux d'alarme sonores et des messages d'urgence et de discours de routine à tous les domaines des installations CPF (zones internes et externes) et à tous les quartiers intérieurs du logement et du siège social, il fournit également des alarmes visuelles pour les zones de bruit ambiant élevé.

Le système PA / GA est capable de fournir une couverture dans tous les domaines des sites pertinents auxquels le personnel est habituellement affecté, le système PA / GA permet la diffusion de sonorités audibles et l'annonce verbale sur l'installation par zone.

On trouve dans la figure 2.7 et le tableau 2.7 ci-dessous le diagramme de zone d'alarme incendie dans le CPF.

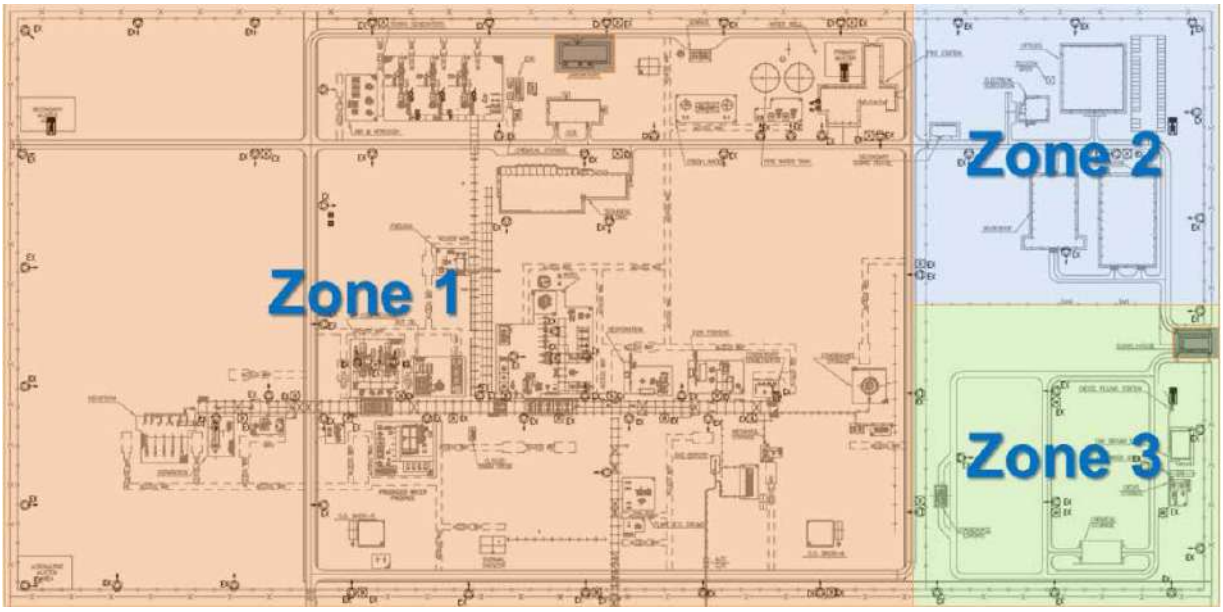


Figure 2.7 Diagramme de zone d'alarme de feu(PAGA)

***Tableau 2.7** Zones d'alarme de feu (PAGA)*

Zone	Description
1	CPF Zone de Process
2	CPF –bâtiment de bureaux, les environs dans le bâtiment de bureaux, y compris les haut-parleurs externes autour du bureau
3	CPF – Zone de Service.
-	Laboratoire
-	Poste de garde primaire

2.4.3.3 Action du système FGS

FGS doit surveiller et accepter en permanence les signaux des détecteurs de feu et de gaz et de tout autre système de surveillance des dangers.

Il doit traiter et émettre des signaux pour implémenter l'ESDS, initier l'alarme d'installation et le système de PAGA, et exploiter les systèmes actifs de protection contre l'incendie, l'arrêt des amortisseurs HVAC, des systèmes et des équipements selon les spécifications, les philosophies et les diagrammes de causes et d'effets.

Pour lancer des actions de sécurité, par exemple : Initier l'isolement des systèmes électriques et des sources d'inflammation.

2.4.3.3.1 Logique de vote / Actions exécutives

La figure 2.8 ci-dessous résume la logique de vote et les actions exécutives correspondantes.

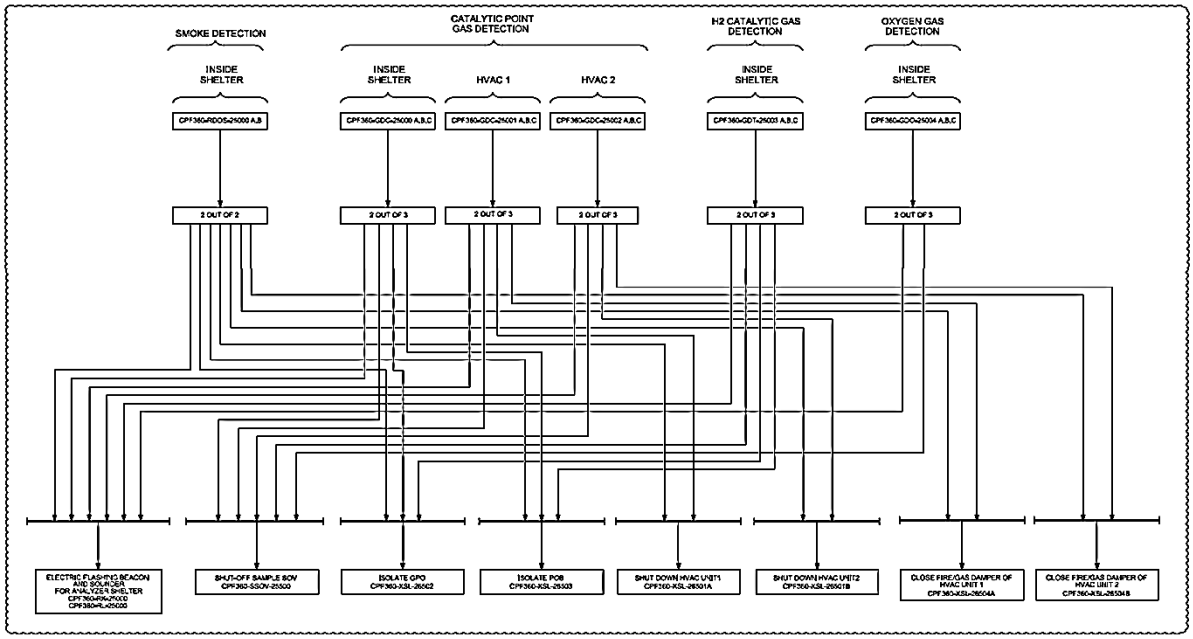


Figure 2.8 Exemple d'un logique diagramme instrumenté du feu et gaz

2.4.3.3.2 Protection active contre le feu

Les objectifs de la protection active contre le feu sont les suivants :

- Fournir des systèmes de lutte contre l'incendie adéquats afin de protéger le personnel, l'équipement et la production ;
- Fournir un refroidissement aux structures et équipements exposés aux rayonnements thermiques provenant d'un incendie afin de réduire le risque d'escalade et de minimiser les dommages matériels.

2.4.3.3.3 Système POB (Personale On Board)

Deux systèmes POB sont fournis afin d'enregistrer l'arrivée et le départ du personnel du CPF, du camp d'hébergement et du siège.

Les deux systèmes sont interfacés, le premier système POB à fournir est considéré comme un système totalement dupliqué (système "A" et "B") et installé dans CPF.

Deuxième système POB (système unique - "C") à fournir est installé dans le camp d'hébergement.

Dans le cadre du système POB, le rassemblement-électronique est mis en place afin de gérer le rassemblement de personnel en cas d'urgence par la comptabilité électronique, le but du système est de :

- Surveiller en temps réel le nombre et l'identification des personnes sur place ;
- Fournir des informations en temps réel à la direction dans les zones concernées.

Les lecteurs E-rassembleurs et les points d'accès Wifi sont installés dans chaque zone de rassemblement située dans les installations.

La supervision des systèmes POB ("A, B" et "C") est disponible dans le bâtiment Logistique, CCR.

Cela signifie que les équipements de supervision de chaque système peuvent afficher les données d'un autre système POB.

Chaque système comprend :

- Unités centrales (y compris les serveurs et les commutateurs) ;
- Points d'accès Wifi ;
- Lecteurs d'étiquettes de proximité ;
- Ecrans de surveillance et écrans portables.

Les systèmes peuvent utiliser une base de données commune avec le système de contrôle d'accès, e tant que solution préférée, un système intégré complet incluant peut-être proposé.

2.4.4 Généralité sur le système d'arrêt d'urgence (ESDS)[5]

Le système ESD fait partie des systèmes de sécurité de l'installation, sa fonction principale est d'arrêter les installations dans un état sûr en cas de situation d'urgence, protégeant ainsi le personnel, l'environnement et les installations.

Il doit exécuter les fonctions d'arrêt d'urgence et de dépressurisation de l'installation (par exemple ESD-1 et SD-2) selon les philosophies de sécurité définies.

[5] EMERGENCY SHUT-DOWN AND EMERGENCY DE-PRESSURISATION (ESD & EDP) GS EP SAF 261

Le système ESD est utilisé ici comme un terme générique et consiste en fait des fonctions d'arrêt de process (SD) et d'arrêt d'urgence (ESD).

2.4.4.1 Philosophie générale

Un système d'arrêt de sécurité contient différents niveaux (processus, urgence, incendie et gaz si nécessaire), chacun d'eux étant constitué d'un ensemble de boucles de sécurité, en général, les boucles de sécurité se composent de capteurs de champ (initiateurs), de solveurs logiques et d'éléments finaux (par exemple, des vannes).

Son arrêt (d'urgence) est associé à d'autres systèmes de sécurité indépendants (PSV, HIPS) et systèmes de protection (lutte contre l'incendie, évacuation et sauvetage, systèmes de protection du personnel, etc.) pour réduire le risque industriel de l'installation.

Les principaux objectifs des systèmes ESD sont les suivants :

- Limiter la perte de confinement en isolant les équipements de production, de traitement et de stockage des hydrocarbures ;
- Protéger le personnel, exemple, la détection de fumée et de gaz dans le système HVAC et les bases de vie ;
- Exécuter automatiquement un ensemble d'actions correctives, lors d'un déclenchement manuel ou automatique ;
- Empêcher l'allumage en éliminant les sources potentielles d'inflammation ;
- Réduire les stocks inflammables ou toxiques par dépressurisation à travers le système EDP.

2.4.4.2 Définition des niveaux d'arrêt[6,7]

C’est une pratique courante de définir un maximum de quatre niveaux d'arrêt typiques avec une criticité décroissante, numérotés de 0 à 3 et affectant :

- ✓ Toutes les installations dans la zone limitée (niveau 0) = ESD-0 pour (off-shore) ;

[6] EMERGENCY SHUT-DOWN AND EMERGENCY DE-PRESSURIZATION (ESD & EDP) GS EP SAF 261

[7] SHUT-DOWN AND SECTIONALISATION PHILOSOPHY 01SRF-TIMGEN-1000-PH-CA-000001

- ✓ Une zone de feu donnée dans l'installation (niveau 1) = ESD-1 ;
- ✓ Une unité donnée dans une zone de feu donnée (niveau 2) = SD-2 ;
- ✓ Un équipement dans une unité donnée (niveau 3) = SD-3.

Les niveaux 0 et 1 doivent être appelés niveaux d'ESD car ils impliquent soit la détection de feu ou de gaz dans un environnement non confiné (d'où une situation susceptible d'une escalade éventuelle) ou une action d'urgence manuelle.

Le niveau 2 et le niveau 3 doivent être appelés niveaux de SD, car ils correspondent soit à un simple dérangement de processus, soit à une détection de feu / gaz confinée qui ne menace pas immédiatement la sécurité de l'installation et du personnel.

Le système d'arrêt de sécurité d'une installation, composé d'un ensemble de boucles et de dispositifs de sécurité, comprend différents sous-systèmes organisés comme barrières complémentaires au système de contrôle de processus, comme représenté dans le schéma suivant de la figure 2.9.

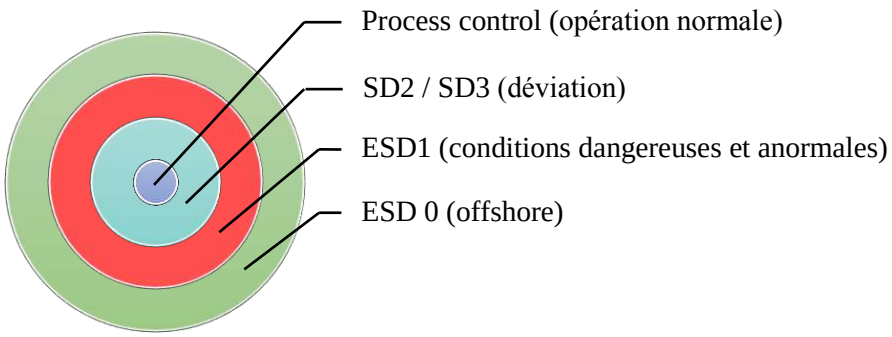


Figure 2.9 Schéma de fonctionnement du système d'arrêt d'urgence

Pour chaque installation, une logique ESD / SD doit être définie et représentée dans un diagramme logique ESD / SD, cette logique est basée sur la hiérarchie des niveaux ESD et SD, le niveau (N) activant le niveau (N + 1).

Le diagramme logique ESD / SD montre la hiérarchie descendante des niveaux ESD et SD, toutes leurs causes et actions sous la forme d'un diagramme logique de blocs.

Chaque niveau est subdivisé en plusieurs barres de sécurité (jusqu'à une barre par équipement), le nombre de barres de sécurité varie selon le type d'installation, le nombre de

zones coupe-feu et leur emplacement, le nombre d'unités indépendantes dans chaque zone de feu et d'autres caractéristiques.

Chaque cas est spécifique et le développement suivant est destiné à fournir des lignes directrices et des exemples simplifiés, on se réfère à la figure 2.10 avec le schéma logique d'arrêt typique, pour l'installation de traitement on shore.

Le diagramme logique ESD / SD doit couvrir toutes les installations, les causes et les actions doivent être décrites au niveau fonctionnel (type et emplacement de détection, fermeture / ouverture de la vanne, arrêt de l'équipement, etc.).

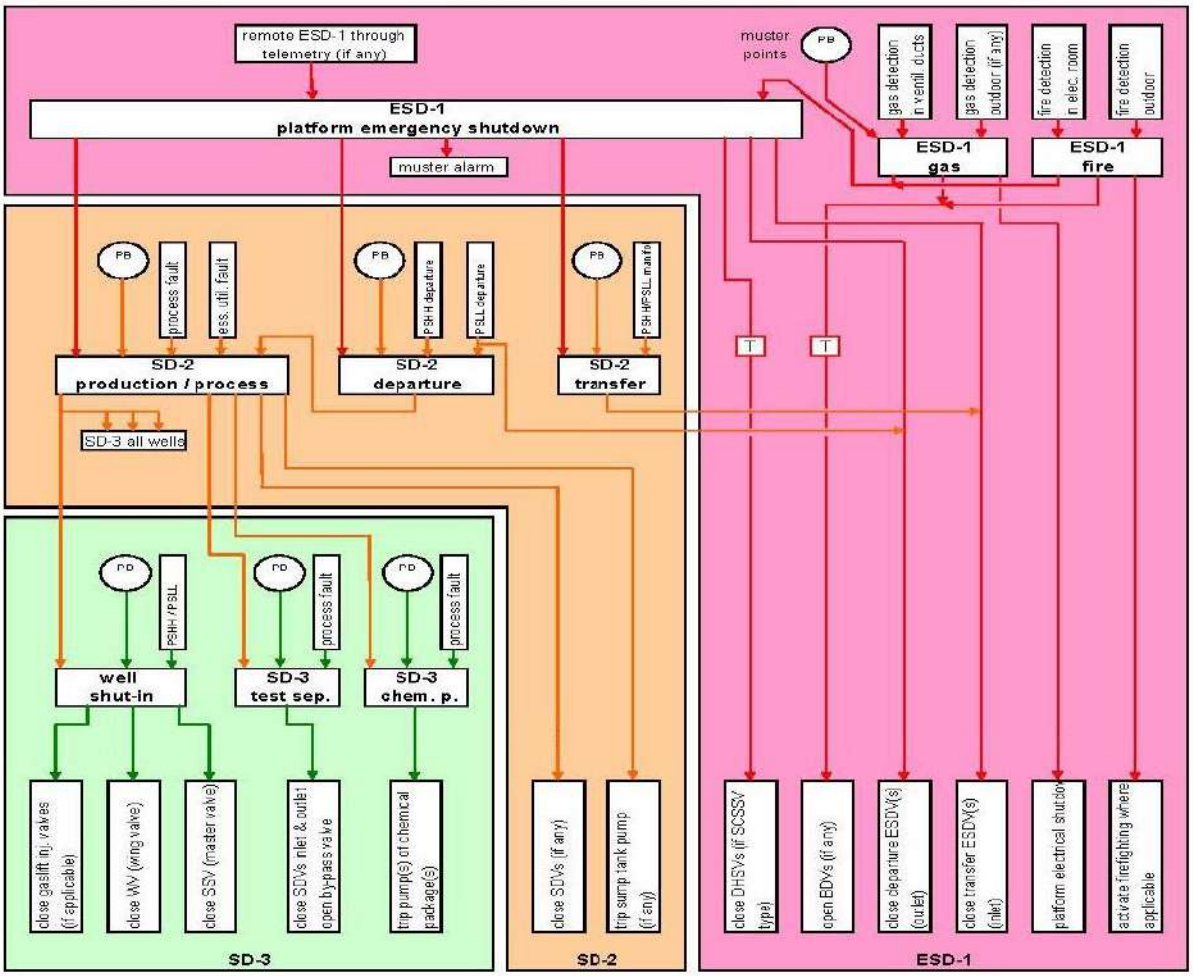


Figure 2.10 Logigramme typique d'arrêt d'urgence

2.4.4.2.1 ESD-1

Il y a une ESD-1 pour chaque zone limitée et c'est le plus haut niveau d'arrêt qui permet la présence de personnel sur site, en général, tous les flux d'hydrocarbures dans la zone de feu doivent être arrêtés et les stocks d'hydrocarbures bloqués et éventuellement libérés sur une ESD-1.

Lorsque la détection du feu et du gaz entraîne différentes actions, ESD-1-FZn pour la zone du feu, l'ESD-1 doit être divisé en ESD-1 / F pour le cas de feu particulier et ESD-1 / G pour le cas particulier de détection de gaz, les tableaux 2.8 et 2.9 ci-dessous résument les causes et les actions d'arrêt d'urgence global et partiel (FZ).

***Tableau 2.8** ESD-1 Arrêt d'urgence général du CPF*

Causes	Actions
- Manuellement, par l'initiation d'un bouton-poussoir dédié sur les matrices ESD-1 au CCR ; - Très Basse tension de l'onduleur UPS ; - Perte d'air d'instrument (2oo3 votant pour le PSLL) ; - Détection de gaz confirmé, via le FGS (FZ8 ; CCR).	- ESD-1 FZn de toutes les zones de feu du CPF avec l'ouverture automatique de tous les BDV de toutes les zones de feu ; - Arrêt de processus général SD-2 ; - Stop le compresseur d'air.

***Tableau 2.9** ESD-1 FZn Arrêt d'urgence typique de la zone de feu"n"*

Causes	Actions
ESD-1FZn /Général ‣ Manuellement par l'initiation des boutons poussoirs dédiés dans le CCR ‣ Arrêt d'urgence général ESD-1 CPF **ESD-1 / F** ‣ Détection confirmée de feu, via le FGS, dans la zone de feu **ESD-1 / G** ‣ Détection confirmée du gaz, via le FGS, dans la zone de feu	‣ Arrêt (SD-2.n) de toutes les unités, process et systèmes d'utilité, dans la zone de feu ; ‣ Arrêt (SD-2.n) de toutes les installations d'hydrocarbures situées à l'extérieur de la zone de feu ESD-1, qui envoient des hydrocarbures dans la zone de feu ESD-1 (y compris les puits de production) ; ‣ Fermer toutes les ESDV affectées, les lignes d'alimentation des appareils brûlés en carburant (à l'exception du diesel) ; ‣ Une alarme à CCR dans CPF ; ‣ Une alarme générale (audible) au niveau de la zone de feu ; ‣ Arrêt de l'alimentation principale (isolation électrique), arrêtant ainsi tous les moteurs dans la zone de feu ; ‣ Arrêt des générateurs d'alimentation principale si situé dans la zone de feu ; ‣ Seulement lors de l'ESD-1 / F, l'activation des moyens de lutte contre l'incendie dans la zone de feu ; ‣ Uniquement sur ESD-1 / G, l'arrêt de toutes les sources potentielles de danger et d'allumage (à l'exception des pompes à eau contre l'incendie) dans la zone de feu et à l'exception des commandes et des équipements d'urgence ou vitaux sur des systèmes de batteries individuels et adapté à la zone dangereuse Zone 1 ; ‣ Sur ESD-1 / F et / ou ESD-1 / G, l'ouverture automatique des BDV (temporisation - 30s) de toutes les unités à l'intérieur de la zone de feu une fois que les SDV sont fermés ; ‣ Seulement au cas d'arrêt d'urgence ESD-1 FZ1, on aura un arrêt de process général SD-2 CPF.

2.4.4.2.2 SD-2 (arrêt de l'unité)

Il existe un SD-2 pour chaque unité fonctionnelle indépendante, les installations de production et de traitement des hydrocarbures dans une zone de feu sont éteintes par un SD-2, il ne ferme pas nécessairement le système fuel gaz.

Lors de l'arrêt de la production / du processus et si le fuel gaz est encore nécessaire pour la production d'électricité ou pour la torche, la source du fuel gaz doit être indépendante de la production et cette source ne doit pas être arrêté par le SD -2, les tableaux 2.10 et 2.11 ci-dessous résument les causes et les actions d'arrêt de l'unité.

***Tableau 2.10** SD-2 CPF Arrêt du processus général*

Causes	Actions
▸ Manuellement par l'initiation d'un bouton-poussoir SD-2 dédié au CCR ▸ ESD-1 FZ1 ▸ Détection de la perte inévitable d'une utilité, indispensable à la production / processus : ○ LSHH (2oo3) torche HP ou LP ○ LSHH (event LP CO_2) ○ Perte de la production d'énergie principale	▸ Arrêt SD-2.FZn de tous les processus et unités utilité

***Tableau 2.11** SD-2. FZn Arrêt de l'unité CPF*

Causes	Actions
▸ Arrêt de processus général SD-2; ▸ ESD-1 FZn d'une zone de feu ; ▸ Manuellement, par l'initiation du bouton-poussoir dédié SD-2 situé au CCR ou au panneau local de l'unité ; ▸ Détection des fuites (PSLL, LSLL, PSHH, etc.) sur les systèmes de traitement (cas par cas) ; ▸ Confirmation de la détection de feu, via le FGS du cluster.	▸ SD-3 de tout l'équipement dans l'unité (processus ou systèmes d'utilité publique) ; ▸ SD-3 de tous les équipements de production et de traitement des hydrocarbures dans l'unité, fermer les SDV associés et l'arrêt des moteurs associés ; ▸ Arrêt (SD-2.n) de certaines installations de traitement non hydrocarbures ; directement liées à la production / processus, mais pas nécessaires lorsque la production / processus est arrêté (par exemple, injection chimique) ; ▸ Seulement au cas d'arrêt SD-2 FZ1 (installation de réception), SD-3 des puits de production est déclenché ; ▸ Effectuer une dépressurisation manuelle d'urgence permissive, l'unité concernée.

2.4.4.2.3 SD-3 (arrêt de l'équipement)

Il y a un SD-3 pour chaque process ou équipement dans une unité, les objectifs d'un arrêt SD-3 sont de : mettre l'équipement en sécurité et de fournir à l'opérateur la possibilité d'éviter une escalade vers un niveau d'arrêt supérieur (SD-2 ou ESD-1).

La logique SD-3 est principalement transformée en système PSS (équipement de process) dans certains cas, dans le système ESD, le tableau 2.12 ci-dessous résume les causes et les actions d'arrêt de l'équipement.

***Tableau 2.12** Arrêt de l'équipement SD-3 CPF*

Causes	Actions
▸ SD-2.n de l'unité ; ▸ En mode manuel par l'initiation du bouton-poussoir dédié SD-3 situé au CCR ou au panneau local de l'unité ; ▸ Pour les moteurs et les machines primaires, démarrage manuel (bouton-poussoir) à partir d'un panneau local ; ▸ Trouble de processus ou paramètres d'exploitation de l'utilité.	▸ Fermeture (ou ouverture des déviations) de SDV de limite d'équipement ; ▸ Fermeture de certains ESDV spécifiques ; ▸ Arrêt de l'équipement ; ▸ Moteurs arrêtés ; ▸ Dépressurisation automatique de l'équipement (Ex: compresseur MP) ou permissive pour la dépressurisation d'urgence manuelle, le cas échéant (par exemple, les compresseurs en cas de panne d'étanchéité à sec).

2.4.5 Interaction entre ESDS, FGS et PSS

Le PSS contrôle toutes les causes / actions concernant les arrêts SD-3, le PSS peut inclure un sous-système FGS, Le système ESD gère toutes les entrées et sorties liées aux processus par rapport aux départs ESD-1 ou ESD-1FZn ou SD-2 et aussi le SD-3, il est également alimenté par des signaux du système FGS principal, donc le système FGS fournit une entrée au système ESD, la figure 2.11 ci-dessous résume cette interaction :

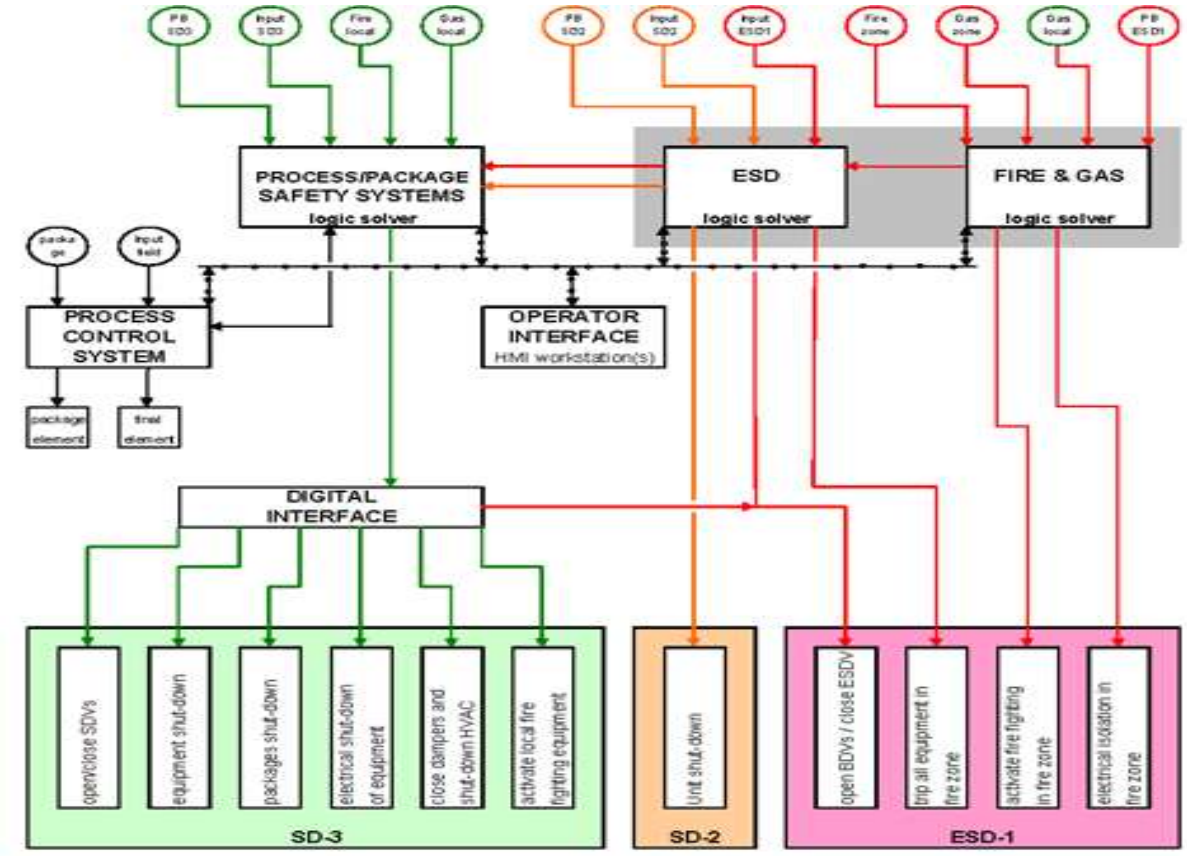


Figure 2.11 Interaction entre ESD, FGS et PSS

2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, on a détaillé la méthodologie de la partition des zones de feu, cette méthodologie est nous permit de calculer la distance de sécurité pour les vannes ESDV, la zone de feu, la zone impactée et la zone limitée, la partition des zones est basée alors sur le scénario le plus défavorable.

Dans ce chapitre aussi on a détaillé les deux systèmes critiques de sécurité (FGS & ESDS) qui sont inclus dans le système instrumenté de sécurité.

Ces deux systèmes ont une interaction entre eux, le FGS par exemple peut actionner l'ESDS pour toutes les détections confirmées.

CHAPITRE 03 : Partie pratique

3.1 Introduction

Ce chapitre est divisé en trois parties, La première partie fera l'objet d'une vérification des résultats de la partition des zones de feu obtenus par logiciel PHAST avec des résultats calculés par un autre logiciel ALOHA. La deuxième partie concernera la comparaison de système de détection FGS de la zone de réception et de séparation pour les deux groupements (GTIM & IA), la détection des problèmes probables et mettre les dispositifs adéquats.

Dans la dernière partie on va essayer de comparer le système d'arrêt d'urgence d'équipement de séparation (V-101 pour le projet IA et le slug catcher pour le projet GTIM) et aussi d'identifier les anomalies attendues et proposer des solutions possibles.

3.2 Répartition des zones d'usine et comparaison entre ALOHA et PHAST (Zone 01)

3.2.1 Présentation du logiciel de simulation ALOHA

ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) est un logiciel utilisable pour des situations d'urgence, il a étédéveloppé conjointement par les deux entités américaines suivantes : "Environmental Protection Agency's Office of Emergency Prévention, Preparedness and Response" (EPA) et le "National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration" (NOAA).

ALOHA modélise la dispersion atmosphérique de gaz neutre, par un module basésur l'approche gaussienne, et de gaz plus lourd que l'air au moyen d'un module de gaz dense, ALOHA permet notamment la modélisation d'émissions à partir de flaques en ébullition ou non, de réservoirs sous pression de gaz ou de liquide, de réservoirs liquides non pressurisés, de réservoirs contenant des gaz liquéfiés, de conduite de gaz sous pression[8].

3.2.2 Présentation du logiciel de simulation PHAST

PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool) est un logiciel qui a été développé et mis à jour par DNV pour évaluer les conséquences des fuites de gaz, des incendies, des explosions, de la toxicité et des autres dangers technologiques reliés à diverses industries.

Le logiciel PHAST est un outil complet d'analyse des risques d'une installation industrielle, PHAST simule l'évolution d'un rejet accidentel d'un produit toxique et/ou inflammable, depuis la fuite initiale jusqu'à la dispersion atmosphérique en champ lointain, incluant la modélisation de l'épandage et de l'évaporation de flaque.

PHAST est capable de modéliser les scénarios de rejets à partir des divers termes sources (fuite sur la paroi d'un réservoir, rupture d'une canalisation, …) qui sont ensuite combinés avec le modèle de dispersion de PHAST de type intégral, appelé Unified Dispersion Model (UDM),

[8] MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUE POUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DE POLLUANT, APPLICATION DES LOGICIELS : ALOHA, PHAST, MEMOIRE MAGISTER

pour obtenir par exemple : les distances de sécurité correspondant aux seuils toxiques et l'empreinte du nuage au sol à un instant donné[9].

3.2.3 Démarche

Il s'agit ici d'analyser la cohérence des résultats obtenus lors de la variation des paramètres dont l'influence est étudiée, ces tests portent sur le terme source et sur la dispersion.

Pour le terme source, sont notamment abordés :

- Les conditions de criticité en monophasique gazeux ;
- La prise en compte des pertes de charge pour les fuites en phase liquide ou gazeuse ;
- La problématique d'une nappe liquide au sol ;
- Les rejets diphasiques au travers de la formation d'aérosols et du flash adiabatique.

Quant à la dispersion, sont notamment abordés :

- La prise en compte des paramètres orographiques (stabilité atmosphérique, humidité, rugosité du sol, température ambiante, vitesse du vent, …) ;
- La prise en compte des différentes configurations accidentelles (mise à l'atmosphère instantanée ou continue, au sol ou en altitude, horizontale ou verticale...) ;
- L'influence des conditions de mise à l'atmosphère (vitesse, température...) ;
- La prise en compte des caractéristiques physiques du produit et notamment de la problématique gaz lourd, gaz léger et neutre ;
- La problématique des fuites diphasiques.

Le logiciel ALOHA a été utilisé pour la modélisation de :

- Dispersion de gaz inflammable ;
- Dispersion de nuage toxique ;
- VCE et surpression ;
- Feu de chalumeau et feu de nappe.

Les distances de sécurité suivantes ont été déterminées :

- ✓ Zone de feu ;
- ✓ ESDV ;
- ✓ Zone limitée ;
- ✓ Zone impactée.

[9] MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUE POUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DE POLLUANT, APPLICATION DES LOGICIELS : ALOHA, PHAST, MEMOIRE MAGISTER

3.2.4 Application

3.2.4.1 Identification des scénarios

L'équipement **RKF** a été systématiquement revu pour identifier les sources susceptibles de donner les taux de libération de gaz naturel ou d'hydrocarbures les plus élevés, ou le risque de dispersion toxique le plus élevé ou les taux les plus élevés et donc les plus grandes conséquences, en principe, cela signifie généralement l'équipement avec la pression ou la taille de fonctionnement la plus élevée dans les installations RKF.

Selon FEED, les principaux scénarios suivants ont été pris en compte pour la zone (01)

a. **Scénario 1** : Collecteur de production, fuite en amont de slug catcher (vapeur et liquide);
b. **Scénario 2** : Fuite dans l'unité de démercurisation.

3.2.4.2 Scénario 1 : Collecteur de production, fuite en amont de slug catcher

3.2.4.2.1 Caractéristiques de la tuyauterie et de la libération

Les données d'entrée dans le tableau 3.1 suivant ont été utilisées :

***Tableau 3.1** Caractéristiques de la tuyauterie et de la libération*

Fluide	**ST2**	
Phase de fluide	Gaz	
Élévation du rejet (m)	1	
Température (°C)	48.1	
Pression (bar g)	32.5	
Diamètre	16”	
Diamètre du trou (mm)	FZ / ESDV	20
	RA / IA	0.2 x 406.4 = 81.3

3.2.4.2.2 Résultats : ESDV, zone de feu, zone limitée et la zone impactée

Les distances de sécurité des ESDV, des zones de feu, de la zone limitée et de la zone impactée sont résumées dans les tableaux suivants, le pire des cas en couleur jaune :

Les clés de tableau : Ex 2/D (vitesse de vent m/s – type de vent).

- **ESDV :**

***Tableau 3.2** Distances de sécurité des ESDV ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / ESDVs		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Radiation du feu de nappe	**15.9 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	8 m	9	9	9	10	10	**10**	8

ALOHA										
Conditions Météorologique / ESDVs		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Radiation du feu de chalumeau	**15.9 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	6	7	7	8	8	19	**19**	6
PHAST										
Conditions Météorologique / ESDVs		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Radiation du feu de nappe	**5.9 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	10	11	12	12	13	14	**14**	10
Radiation du feu de chalumeau	**5.9 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	18.1	18.3	8.3	19.3	19.7	20.5	**20.6**	18.1

- **Zone du feu :**

***Tableau 3.3** Distances de sécurité des zones du feu ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / Zone de feu		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**100% LFL (m)**	50 °C / 100%	5	3	1	8	7	5	4	**17**
UVCE	**200 mBar (m)**	50 °C / 100%	**15**							
Radiation du feu de nappe	**D 9.5 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	14	6	8	20	21	**23**	22	14
Radiation du feu de chalumeau	**D 9.5 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	19	19	19	20	20	**20**	20	19
PHAST										
Conditions Météorologique / Zone de feu		**Température ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**100% LFL (m)**	50 °C / 100%	16	14	11	9	7	6	5	**18**
UVCE	**200 mBar (m)**	50 °C / 100%	**17**							
Radiation du feu de nappe	**9.5 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	17	19	22	25	26	29	**32**	17
Radiation du feu de chalumeau	**9.5 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	19.7	19.8	8.3	20.5	20.7	**21.1**	20.7	19.7

- **Zone limitée**

***Tableau 3.4** Distances de sécurité des zones limitées ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / Zone limitée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**100% LFL (m)**	50 °C / 100%	**76**	75	76	74	71	61	53	70
UVCE	**140 mBar (m)**	50 °C / 100%	**29,6**							
Radiation du feu de nappe	**4.7 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	29	33	39	45	49	55	**60**	29
Radiation du feu de chalumeau	**4.7 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	86	86	87	87	**87**	86	82	86
PHAST										
Conditions Météorologique / Zone limitée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**100% LFL (m)**	50 °C / 100%	**64**	63	62	59	55	45	38	60
UVCE	**140 mBar (m)**	50 °C / 100%	**31**							
Radiation du feu de nappe	**4.7 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	32	34	37	38	39	40	**41**	32
Radiation du feu de chalumeau	**4.7 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	73.6	73.7	73.8	**73.8**	73.7	71.6	66.4	73.6

- **Zone impactée**

***Tableau 3.5** Distances de sécurité des zones impactées ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / Zone impactée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D (m)**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	76	75	**76**	74	71	61	53	70
UVCE	**50 mBar (m)**	50 °C / 100%	**90,3**							
Radiation du feu de nappe	**D 3.2 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	42	49	58	68	73	83	**92**	42
Radiation du feu de chalumeau	**D 3.2 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	95	95	**95**	94	94	91	85	95
PHAST										
Conditions Météorologique / Zone impactée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	**64**	63	62	59	55	45	38	60
UVCE	**50 mBar (m)**	50 °C / 100%	**89**							
Radiation du feu de nappe	**D 3.2 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	41	42	44	46	46	47	**47**	41
Radiation du feu de chalumeau	**D 3.2 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	**84.4**	84.1	83.5	82.7	82.2	78.7	72.1	84.4

3.2.4.3 Scénario 2 : Fuite dans l'unité de démercurisation

3.2.4.3.1 Caractéristiques de la tuyauterie et de la libération

Les données d'entrée dans le tableau 3.6 suivant ont été utilisées :

***Tableau 3.6** Caractéristiques de la tuyauterie et de la libération*

Fluide	**ST**	
Phase de fluide	Gaz	
Élévation du rejet (m)	1	
Température (°C)	48	
Pression (bar g)	33.8	
Diamètre	16”	
Diamètre du trou (mm)	FZ / ESDV	20
	RA / IA	0.2 x 406.4 = 81.3

3.2.4.3.2 Résultats : ESDV, zone de feu, zone limitée et la zone impactée

Les distances de sécurité pour le deuxième scénario (MRU) des ESDV, des zones de feu, de la zone limitée et de la zone impactée sont résumées dans les tableaux suivants, le pire des cas en couleur jaune :

- **ESDV**

***Tableau 3.7** Distances de sécurité des ESDV ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / ESDVs		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Radiation du feu de chalumeau	**15.9 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	17	17.5	18	18.2	18.5	19	**19.5**	17
PHAST										
Conditions Météorologique / ESDVs		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Radiation du feu de chalumeau	**15.9 kW/m² (m)**	50 °C / 4%	18	18.2	18.7	19.2	19.6	20.4	**20.5**	18

- **Zone du feu**

***Tableau 3.8** Distances de sécurité des zones du feu ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / Zone de feu		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	15	13	11	8	7	5	4	**17**
UVCE	**200 mBar (m)**	50 °C / 100%	**14,2**							
Radiation du feu de chalumeau	**D 9.5 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	19	19	19	20	20	**20**	20	19
PHAST										
Conditions Météorologique / Zone de feu		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	16	14	11	9	7	6	5	**18**
UVCE	**200 mBar (m)**	50 °C / 100%	**14**							
Radiation du feu de chalumeau	**9.5 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	19.6	19.8	20	20.4	20.6	**21.1**	20.6	19.6

- **Zone limitée**

***Tableau 3.9** Distances de sécurité des zones limitées ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / Zone limitée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	**43**	42	38	31	26	20	17	43
UVCE	**140 mBar (m)**	50 °C / 100%	**23**							
Radiation du feu de chalumeau	**4.7 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	45	45.6	45.7	45.9	**45**	40	41	45
PHAST										
Conditions Météorologique / Zone limitée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	44	42	39	31	27	20	16	**45**
UVCE	**140 mBar (m)**	50 °C / 100%	**26**							
Radiation du feu de chalumeau	**4.7 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	46.1	46.2	46.3	**46.4**	46.3	45.1	41.5	46.1

- **Zone impactée**

***Tableau 3.10** Distances de sécurité des zones impactées ALOHA / PHAST*

ALOHA										
Conditions Météorologique / Zone impactée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	**43**	42	38	31	26	20	17	43
UVCE	**50 mBar (m)**	50 °C / 100%	**70**							
Radiation du feu de chalumeau	**D 3.2 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	50	51	**50.2**	50	49.4	46	42	50
PHAST										
Conditions Météorologique / Zone impactée		**Température Ambiante / humidité Relative**	**2/D**	**3/D**	**5/D**	**8/D**	**10/D**	**15/D**	**20/D**	**2/F**
Dispersion de nuage de gaz inflammable sans inflammation	**D 100% LFL (m)**	50 °C / 100%	44	42	39	31	27	20	16	**45**
UVCE	**50 mBar (m)**	50 °C / 100%	**74**							
Radiation du feu de chalumeau	**D 3.2 kW/m^2 (m)**	50 °C / 4%	**52.3**	52.1	51.8	51.2	50.8	48.1	43.2	52.3

3.2.4.4 Discussion des résultats

D'après les résultats d'étude ci-dessus, il est entendu que les résultats de PHAST sont plus réalistes, car ils peuvent prédire le scénario réel en fonction des entrées réelles.

Alors que le logiciel ALOHA est très facile à exécuter et nécessite très moins d'entrées et que, par conséquent, les hypothèses s'écartent parfois de scénarios pratiques.

Bien que la distance entre les effets soit plus ou moins dans une gamme similaire de +/- 10%, ce qui est acceptable pour ces études.

Le tableau 3.11 suivant résume tous les résultats.

***Tableau 3.11** Résumé des résultats ALOHA / PHAST*

Distance de sécurité	Résultat			
	Scénario 1-slug catcher-		Scénario 2-MRU-	
	ALOHA	PHAST	ALOHA	PHAST
ESDV	19(m)	20.6	19.5	20.5
Zone de feu	23	32	20	21.1
Zone limitée	87	73.8	45	46.4
Zone impactée	95	89	70	74

Malgré la grande déférence entre les deux méthodes, ALOHA montre que les résultats obtenus sont presque les mêmes que PHAST.

La déférence légère entre quelque résultat est négligeable, et alors on prend la distance la plus sûre.

En revanche la grande déférence entre les trois résultats du scénario 1 (zone de feu, zone limitée et la zone impactée) est causée à la limitation des entrées (PHAST demande beaucoup des détails que ALOHA pour l'exécution de simulation)

En conclusion les résultats de PHAST sont plus sûres.

3.2.4.5 Dessin des zones de la sécurité

La figure 3.1 suivante présente les distances de sécurité (ESDV, Zone de feu, Zone impactée et zone limitée) pour la zone de réception et de séparation établées par le logiciel ALOHA.

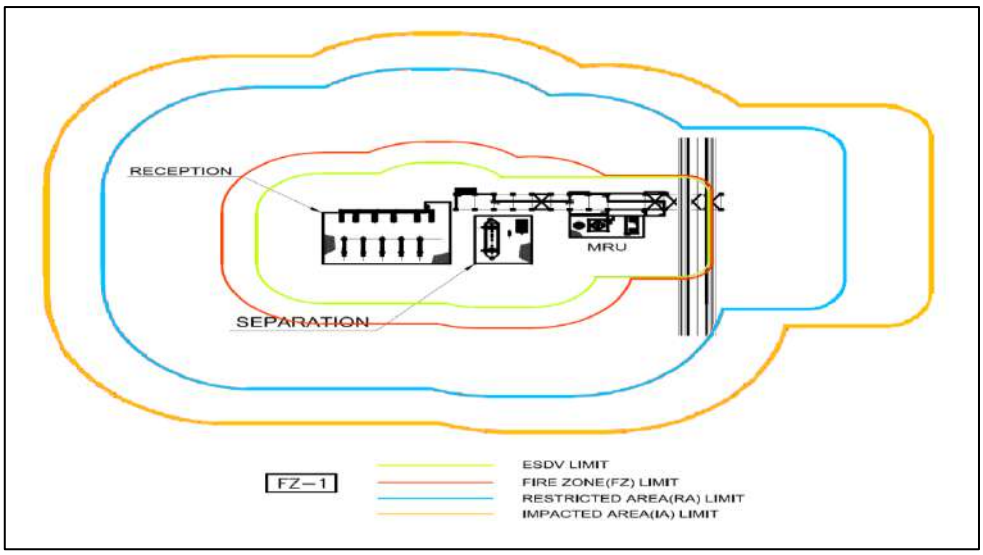


Figure 3.1 Distance de sécurité (ALOHA)

3.3 Système de détection Feu &Gaz (FGS)

Dans cette partie on va essayer de faire une étude comparative concernent la cartographie des détecteurs, leurs types, et la logique utilisée par système FGS, les zones choisies pour l'étude sont la zone de feu (FZ-1) du Groupement TIMIMOUN qui contient la réception, la séparation et l'unité de dé mercurisation (MRU), aussi que la Zone 107 du Groupement RKF qui contient le système de collecte (Manifold), les slug catcher et la zone de stockage d'amine.

Finalement essayer de citer les anomalies existent et proposer les recommandations et améliorations possibles.

3.3.1 Comparaison de cartographie des détecteurs (nombre et emplacement)

L'objectif de l'étude de cartographie FGS est d'examiner et d'optimiser les nombres et les emplacements des détecteurs de flamme, des détecteurs de gaz inflammables et des détecteurs de gaz toxiques, de sorte que la couverture répond à l'objectif de performance requis en fonction de la philosophie du projet et de la pratique de l'industrie.

On a mis dans les figures et les tableaux ci-dessous la couverture de détection FGS dans les zones choisies tel que FZ-1 (GTIM) et la Zone 107 (IA), en prennent en considération le nombre et l'emplacement des détecteurs dans chaque zone.

3.3.1.1 Détecteurs de gaz inflammables

Un total de 23 détecteurs de gaz inflammables sont proposés pour la zone FZ-1 et 18 détecteurs pour la Zone 107, cette disposition nous permet d'atteint une couverture de 99.9% et 99.3 (2ooN pour chaque zone), les résultats sont présentés dans les figures 3.2 – 3.3 et le tableau 3.12 suivants.

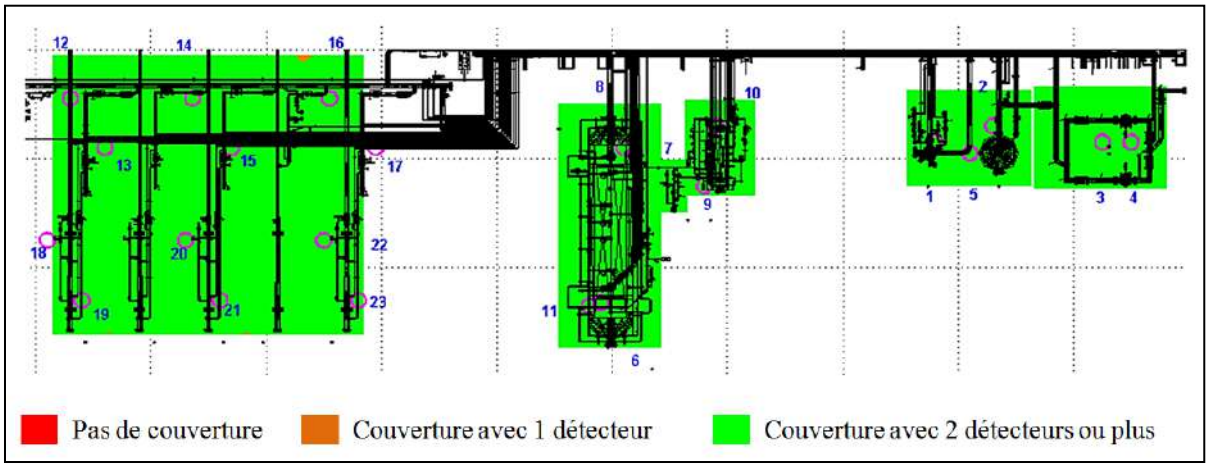


Figure 3.2 Couverture de détection de gaz inflammable (FZ-1)

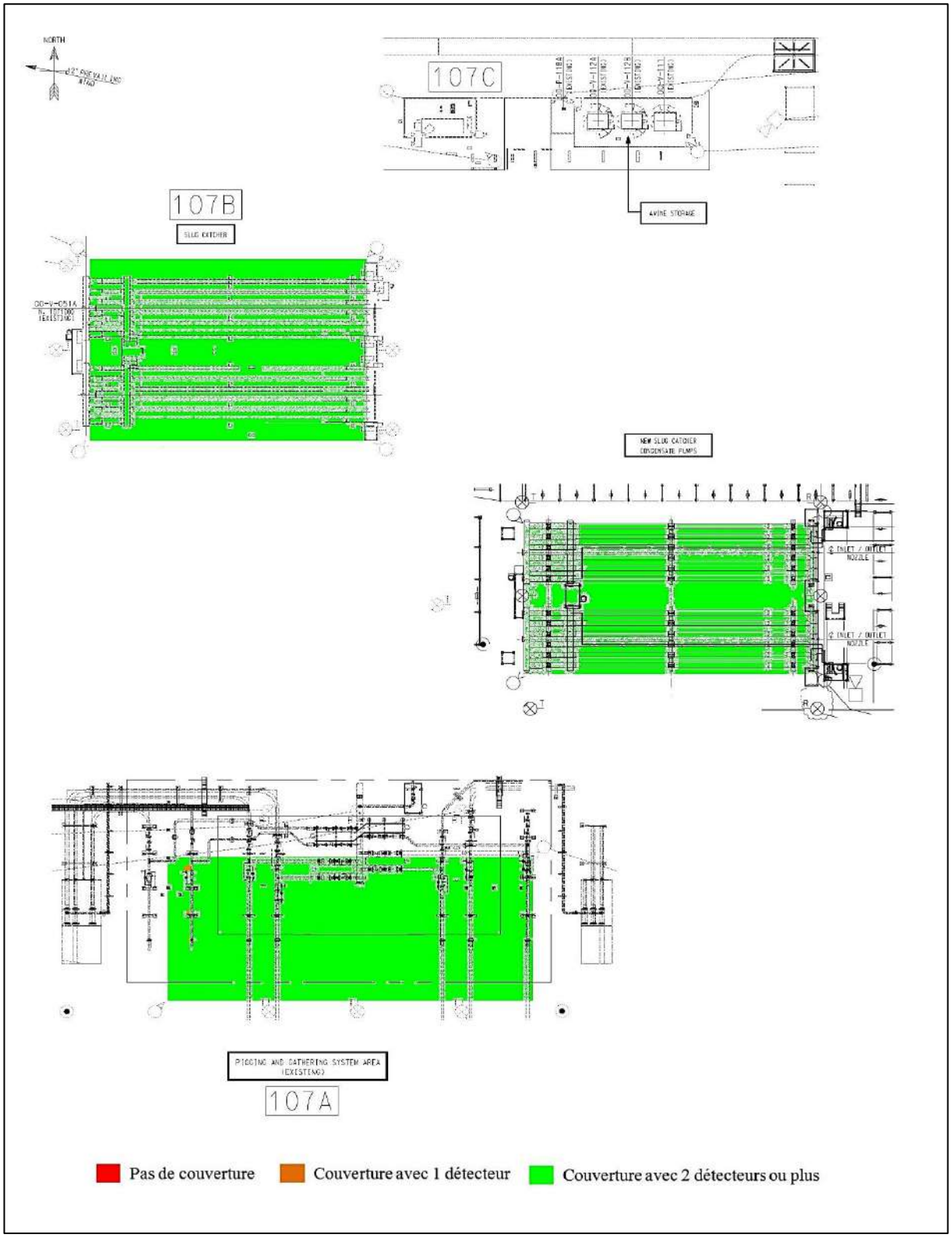


Figure 3.3 Couverture de détection de gaz inflammable (Zone 107)

***Tableau 3.12** Cordonnées des détecteurs de gaz inflammable FZ-1 et Zone 107*

Cordonnées des Détecteurs						
	FZ-1			Zone 107		
	x	y	z	X	y	z
1	168.0	401.5	105.5	167.5	404.5	101.5
2	173.0	403.0	101.5	165.0	399.0	101.5
3	182.5	401.5	104.0	169.0	396.5	101.5
4	185.0	401.5	101.5	171.0	400.5	101.5
5	171.0	400.5	110.3	173.5	406.0	101.5
6	139.0	386.8	107.5	175.0	397.5	101.5
7	142.0	400.5	101.5	179.5	404.5	101.5
8	141.0	401.0	107.5	182.0	400.5	101.5
9	148.0	397.5	104.0	187.5	403.5	101.5
10	149.0	403.0	104.0	183.5	394.5	101.5
11	138.0	386.5	101.5	187.5	398.0	101.5
12	93.0	405.5	101.5	137.0	402.0	101.5
13	96.0	401.0	101.5	145.0	403.0	101.5
14	103.6	405.5	101.5	151.5	404.5	101.5
15	107.0	401.0	101.5	136.0	393.0	101.5
16	115.5	405.5	101.5	143.5	395.5	101.5
17	119.5	401.0	101.5	151.5	397.0	101.5
18	91.0	392.5	101.5	136.0	385.0	101.5
19	94.0	387.0	101.5			
20	103.0	392.5	101.5			
21	106.0	387.0	101.5			
22	115.0	392.5	101.5			
23	118.0	387.0	101.5			

3.3.1.2 Détecteurs de flamme

Dans les dispositions illustrées aux figures 3.4 – 3.5, les détecteurs localisés suggèrent de fournir une couverture d'action de contrôle de 81.5% pour FZ-1 et 85.2% pour la Zone 107 (2ooN), répondant ainsi à la cible de couverture avec 13 et 14 détecteurs respectivement.

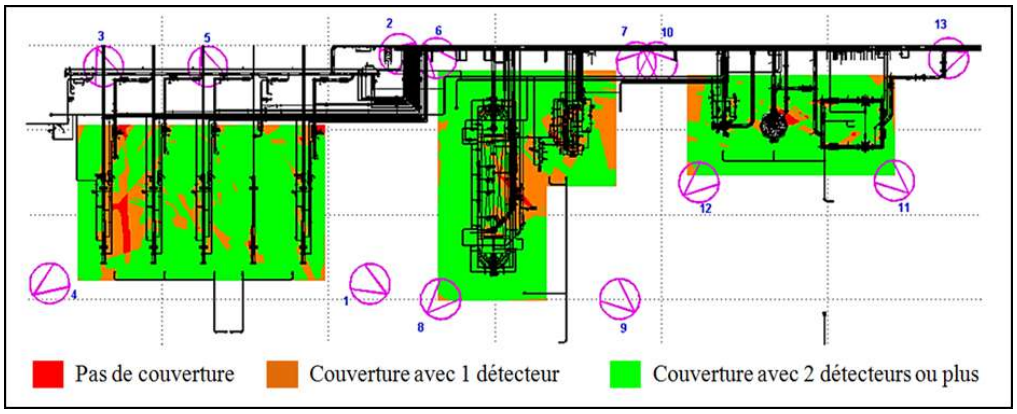


Figure 3.4 Couverture de la détection de flamme (FZ-1)

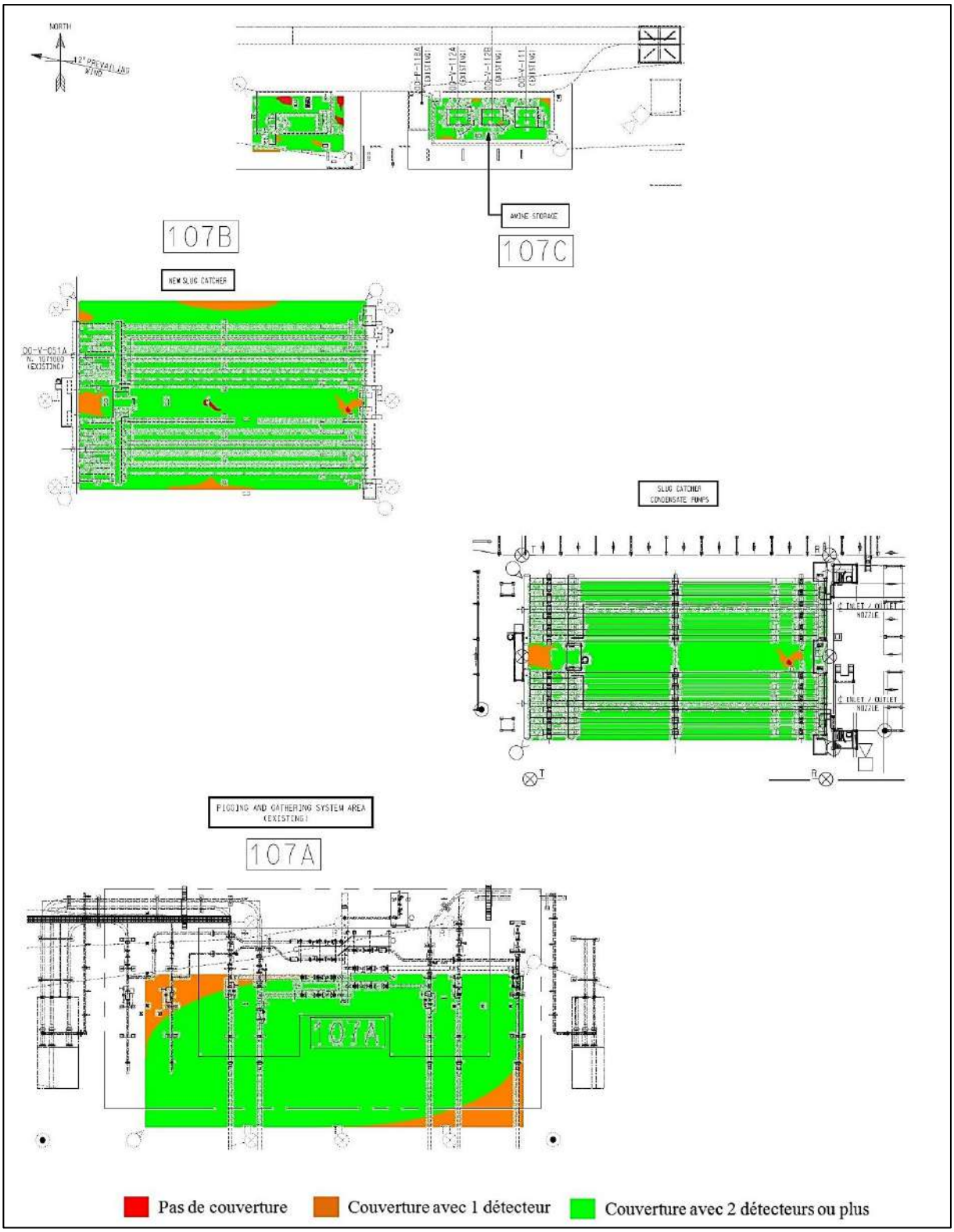


Figure 3. 5 Couverture de la détection de flamme (Zone 107)

***Tableau 3.13** Cordonnées des Détecteurs de flamme FZ-1 et Zone 107*

Détecteurs										
	FZ-1					**Zone 107**				
	x	y	z	Angle Horizontale	Inclinaison Verticale	x	y	z	Angle Horizontale	Inclinaison Verticale
1	125.0	381.8	102.0	300	-15	86.0	407.2	102.0	135	-25
2	128.5	409.0	112.8	235	-20	126.5	407.2	102.0	225	-20
3	93.0	407.5	104.3	160	-15	86.0	380.2	102.0	45	-15
4	86.5	381.8	102.0	55	-15	126.5	380.2	102.0	315	-25
5	105.5	407.5	104.3	160	-15	134.5	405.0	102.0	135	-20
6	133.0	408.5	102.0	140	-15	152.5	405.0	102.0	225	-15
7	157.0	408.0	102.0	230	-15	134.5	378.0	102.0	45	-25
8	133.5	380.0	102.0	45	-15	152.5	378.0	102.0	315	-25
9	155.0	380.0	102.0	310	-15	164.0	404.7	102.0	135	-20
10	159.5	408.0	102.0	130	-15	188.0	404.7	102.0	225	-25
11	188.0	394.0	102.0	310	-20	164.0	393.2	102.0	45	-15
12	164.5	393.8	102.0	50	-15	188.0	393.2	102.0	315	-25
13	194.5	408.5	102.0	250	-15	133.9	403.5	102.0	225	-15
14						159	385.2	102.0	315	-15

Remarque :

- ✓ Les coordonnées du détecteur x, y et z se réfèrent au système de coordonnées du modèle 3D avec x étant la direction de l'est de l'usine, y étant la direction de nord de l'usine et z étant l'élévation.

Le tableau 3.14 ci-dessous résume les résultats de pourcentage de couverture de gaz inflammable et la couverture de flamme aussi que le nombre des détecteurs utilisés dans les deux zones.

***Tableau 3.14** Pourcentage de couverture du gaz et flamme de chaque zone*

		FZ-1	Zone 107
Equipement		**Manifold, Slug catcher, séparateur LP, Mercury Removal Unit MRU**	**Slug catcher, Nouveau slug catcher, pompes de condensat, Stockage amine, Système de collecte**
Couverture de gaz inflammable	**Pas de couverture**	0.0%	**2.3%**
	Couverture avec 01 détecteur ≥1ooN	100.0%	97.7%
	Couverture avec 02 détecteurs ou plus ≥2ooN	99.3%	85.2%
Nombre de détecteur utilisé		23	18
Couverture de flamme	**Pas de couverture**	**1.6%**	0.0%
	Couverture avec 01 détecteur ≥1ooN	98.4%	100.0%
	Couverture avec 02 détecteurs ou plus ≥2ooN	81.5%	99.9%
Nombre de détecteur utilisé		13	14

3.3.2 Comparaison des détecteurs, logique de vote et actions

La redondance et la diversité des détecteurs de gaz et feu et une mise en œuvre correcte maximisent la probabilité d'une bonne couverture.

Chaque système FGS se repose dans son fonctionnement sur un ensemble des logiques qui repart les actions exécutives selon des causes bien précises.

Les figures suivantes 3.6 et 3.7 présentes successivement les logiques de vote pour les détections feu et gaz de chaque zone.

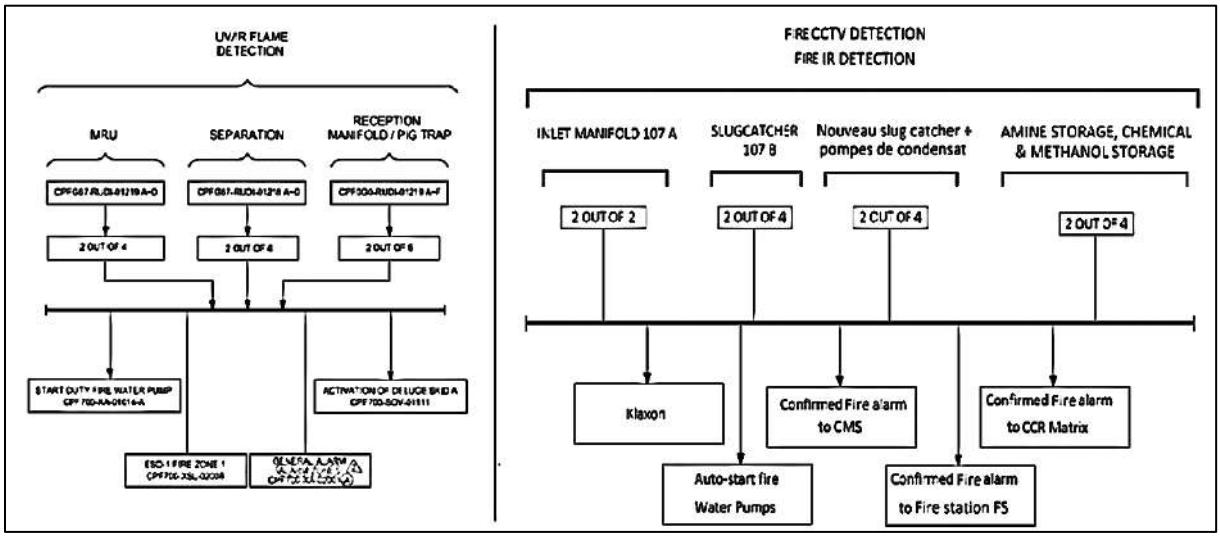


Figure 3.6 Comparaison des diagrammes logiques de la détection du feu (FZ-1 / Zone 107)

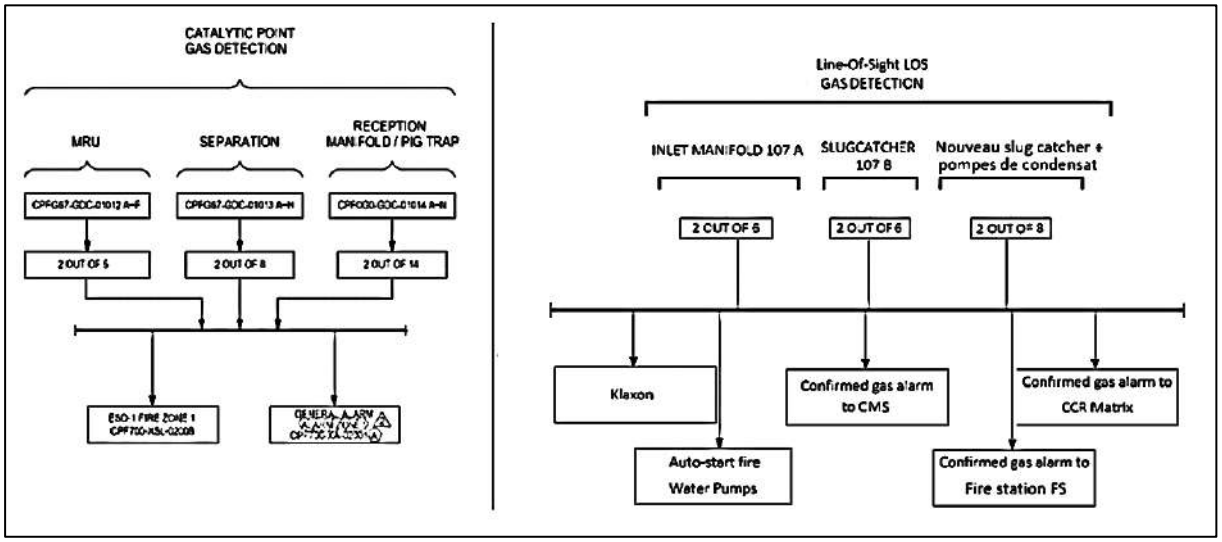


Figure 3.7 Comparaison des diagrammes logiques de la détection du gaz (FZ-1 / Zone 107)

Alors, on a fait un recensement et comparaison dans le tableau 3.15 suivant de tous types de détecteur existe dans la structure choisie (FZ-1 et Zone 107), ainsi que la différence entre les logiques de vote et les actions exécutives liées à eux.

***Tableau 3.15** Comparaison des systèmes de détection FGS pour les zones FZ-1 et 107*

Zone	**FZ 1**			**107**			
Equipement	**Réception**	**Séparation**	**MRU**	**Slug catcher**	**Nouveau slug catcher + pompes de condensat**	**Stockage amine**	**Système de collecte**
La détection du gaz	Détecteurs catalytiques de gaz inflammables : étalonné pour le méthane, la vapeur de condensat, le méthanol			Détecteurs de gaz combustible (Line-Of-Sight LOS)			
N°	12	6	5	6	6	0	6
Logique de vote	2oo12	2oo6	2oo5	2oo6	2oo6	///	2oo6
Actions exécutives	- Alarme générale - Alarme FZ-1 - ESD-1 FZ-1			- Alarme confirmée au poste de pompier - Alarme confirmée au matrix du CCR - Alarme confirmée au CMS - Démarrer automatiquement les pompes à eau - Klaxon			
La détection de flamme	Détecteurs de flammes UV / IR			- Détecteurs de flamme UV / IR - Détecteurs de flamme CCTV			
N°	5	4	4	4	4	4	2

Logique de vote	2oo5	2oo4	2oo4	2oo4	2oo4	2oo4	2oo2
Actions exécutives	- Alarme générale - Alarme FZ-1 - ESD-1 FZ-1 - Activation de SKID déluge A - Démarrer les pompes à eau			- Alarme confirmée au poste de pompier - Alarme confirmée au matrix du CCR - Alarme confirmée au CMS - Démarrer automatiquement les pompes à eau - Klaxon			
Autre dispositif du système FGS	Point d'appel manuel d'alarme	Haut-parleur	- Gyrophare clignotante - Lumière à distance	///	- Point d'appel manuel - Klaxon	Klaxon	- Point d'appel manuel - Klaxon

3.3.3 Statistique des détections et alarmes

Après un triage des différentes détections du gaz & feu et alarmes qui survenues au sien du groupement IA depuis **2010-2013** et la période **2015 jusqu'à maintenant**, on a résumé les statistiques dans le tableau 3.16 suivant :

***Tableau 3.16** Statistiques des alarmes du Groupement IA*

Zone	**Type d'alarme**	**Nombre**	**Cause**	**Action**	**Description**	**Amélioration**
Au niveau de la zone 107	Toutes les Alarmes	**1738 (Total)**	Des causes différents	Selon la logique	La majorité des cas à cause des détections fausses (feu et gaz)	///
	Alarme de détection de gaz	**1116**	Détections Fausses sans arrêt	Alarme individuelle au CMS	Pas d'autre action	**Voire la partie Amélioration**
		97	Détections Fausses avec arrêt	- Alarme de gaz confirmée au poste de pompier - Alarme de gaz confirmée au matrix du CCR - Alarme de gaz confirmée au CMS - Arrêt d'équipement concerné - Démarrer automatiquement les pompes à eau - Klaxon	Le signal et transmit par au moins 2 détecteurs défaillants	**Voire la partie Amélioration**
		29	Détections confirmée	- Alarme de gaz confirmée au poste de pompier - Alarme de gaz confirmée au matrix du CCR	///	///

				- Alarme de gaz confirmée au CMS - Démarrer automatiquement les pompes à eau - Klaxon		
	Alarme de détection de feu	**466**	Détections Fausses	Alarme individuelle au CMS	Pas d'autre action	**Voire la partie Amélioration**
		5	Détections Fausses avec arrêt	- Alarme de gaz confirmée au poste de pompier - Alarme de gaz confirmée au matrix du CCR - Alarme de gaz confirmée au CMS - Arrêt d'équipement concerné - Démarrer automatiquement les pompes à eau - Klaxon	- Le signal et transmit par au moins 2 détecteurs défaillants - Détection causée par la soudure de l'arc.	**Voire la partie Amélioration**
		8	Détections confirmée	- Alarme de feu confirmée au poste de pompier - Alarme de feu confirmée au matrix du CCR - Alarme de feu confirmée au CMS - Démarrer automatiquement les pompes à eau - Klaxon	///	
	Alarme Point d'appel manuel	**17**	Détections confirmées du feu ou du gaz	Alarme Point d'appel manuel au poste de pompier	Alarme déclencher après une détection manuelle par un détecteur portatif	///

3.4 Anomalies

La comparaison entre les deux systèmes et les statistiques des alarmes, détections et anomalies basée sur les scénarios survenus au niveau de site IA nous permis de citer les anomalies qui peuvent apparaitre dans notre zone FZ-1.

Voilà les anomalies les plus probables de survenir :

3.4.1 Couverture de détection des flammes insuffisante

La détection de flamme peut échouer en raison d'une étude de couverture insuffisante.

Après l'analyse d'étude de feu & gaz de la zone de feu FZ-1, on a observé qu'il y a une insuffisance dans la couverture de flamme (tableau 3.17 / figure 3.8) soit par l'absence totale de la couverture (1,6%), ou par la détection avec un seul détecteur (81.5%), ce qui pose un problème dans la détection en cas de déclanchement du feu.

La détection doit être assurer avec un minimum de deux détecteurs pour puisse procéder aux actions de lutte contre l'incendie.

***Tableau 3.17** Couverture de détection des flammes (zone de feu FZ-1)*

Couverture de flamme		
Pas de couverture	**Couverture avec 01 détecteur ≥1ooN**	**Couverture avec 02 détecteurs ou plus ≥2ooN**
1.6%	98.4%	81.5%

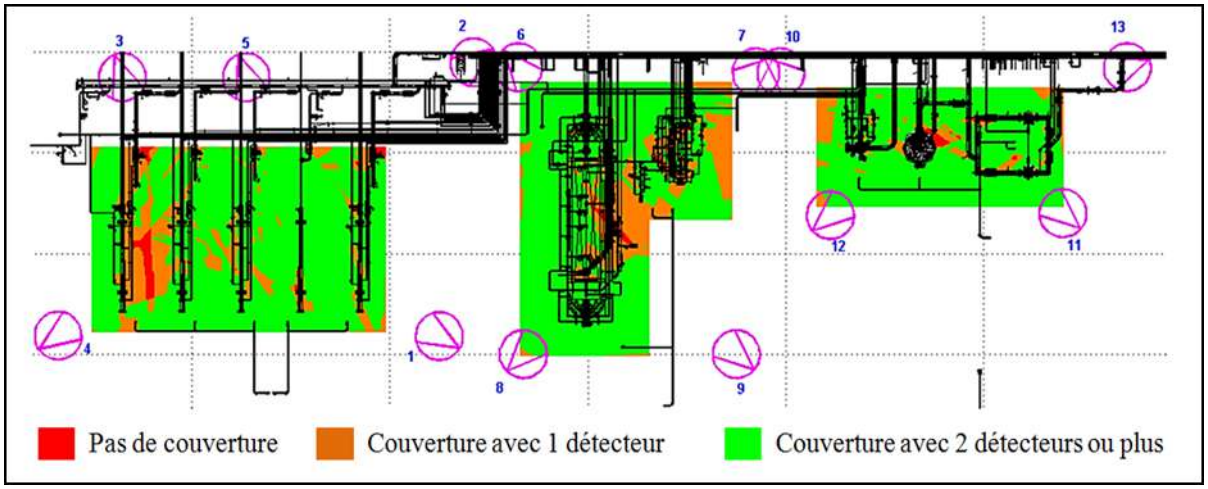


Figure 3.8 Couverture de la détection de flamme (FZ-1)

Alors le problème dans cette zone est peut-être :

- Une localisation fausse et un nombre de détecteurs insuffisant ;
- Le mauvais type de détecteur utilisé.

3.4.2 Perturbation parasite

21.4% des fausses détections sont causées par la perturbation parasite, cette perturbation est généralement générée par la présence des sources intenses d'UV incluant le soudage à l'arc, les rayons X et le rayonnement gamma aussi les sources intenses d'IR dans la zone de détection,

et elle influe sur les détecteurs qui donnent un niveau ambiant élevé ou bas et/ou une fausse alarme.

Autres causes peuvent incluent dans la perturbation parasite comme :

- Température : la température élevée dans les installations pétrolières peut influer sur la performance du détecteur.
- Les vibrations causées par des travaux de construction des nouvelles installations (Slug catcher 2, boosting) influent sur l'emplacement des détecteurs (peuvent décaler l'angle de détection et le champ de vision).

3.4.3 Puissance / Echec

L'équipe d'instrumentation fait une erreur par la suralimentation du panneau de commande qui a provoqué une surcharge de la CPU et a provoqué une combustion du circuit.

3.4.4 Interférence du gaz

Les statistiques montrent que 5% des fausses alarmes sont déclenchées à cause des interférences de gaz, exemple : CH4 avec CO2.

3.4.5 Emplacement incorrect du détecteur

Une détection de gaz inflammable dans la zone de système de collecte par un détecteur portatif (ALTER 4) montre que la couverture de gaz inflammable dans cette zone est insuffisante, l'inspection qui a été déroulée par l'équipe d'instrumentation montre que certains détecteurs sont mal positionnés après un travail de maintenance préventive.

3.4.6 Détecteur exposé

Après un puissant vent-sable, quelques éléments non filtrés entrent dans le capteur au fil du temps et bloquent le point de traction, une fois le détecteur bloqué, la diffusion du gaz au capteur s'arrête, ce qui produisait l'incapacité de détecteur.

3.5 Améliorations et Recommandations

Pour éviter l'occurrence des anomalies précédentes, on propose :

3.5.1 Renforcement de couverture de détection des flammes

Pour la résolution du problème de couverture insuffisante de détection de flamme, on va étudier la zone de séparation (slug catcher et le séparateur LP).

Comme une solution, on propose d'ajouter un cinquième détecteur de flamme UV/IR et de modifier la position des quatre détecteurs existent pour améliorer la couverture.

La figure 3.9 suivante donne plus de détail sur les nouvelles positions des détecteurs.

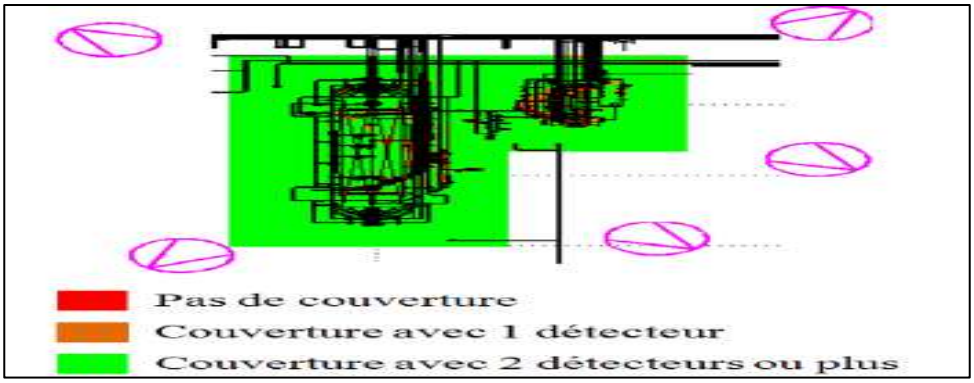


Figure 3.9 Couverture des flammes avec 5 détecteurs UV/IR (zone de séparation)

Le tableau ci-dessous donne les nouveaux pourcentages des couvertures pour chaque cas.

***Tableau 3.18** Couverture de détection des flammes avec 5 détecteurs UV/IR (zone de séparation)*

Couverture de détection des flammes du FZ-1	04 détecteurs	05 détecteurs
Pas de couverture	1.6%	0.05%
Couverture avec 01 détecteur ≥1ooN	98.4%	99.5%
Couverture avec 02 détecteurs ou plus ≥2ooN	81.5%	94.8%

3.5.2 Installation des détecteurs visuels de flamme

Après un traitement des alarmes des détecteurs UV/IR, il est noté que la majorité de celles-ci sont fausses, malgré que les causes des alarmes sont multiples mais la capacité limitée de couverture des détecteurs et leurs sensibilités au aveuglements & obscurcissements présentent les causes majeures, notre proposition est de changer les détecteurs UV/IR existent par des détecteurs visuels de flamme qui prouvent une grande performance technique.

Le détecteur visuel de flamme repose sur un système d'imagerie en couleur, le champ de vision du détecteur a une forme de pyramide rectangulaire, représentant une projection radiale du capteur et permettant de détecter les feux à partir de 0.1m2 a 44 m2 dans un champ de vision horizontal de 90°, le détecteur réponde seulement aux flammes visibles dans ce champ de vision et ne sera pas influencé par des reflets qui peuvent causer des fausses alarmes.

Le détecteur n'est pas rendu aveugle (pas de détection de feu) par les rayonnements solaires, ou bien par la présence de corps chauds ou les émanations de CO2 chaud.

Les tableaux 3.19 – 3.20 ci-dessous résument une comparaison entre le détecteur de vision et les détecteurs utilisés dans notre projet tel que : les détecteurs UV et IR

***Tableau 3.19** Comparaison entre les détecteurs pour les fausses alarmes*

Comparaison	Fausses alarmes				
	Soudure à l'arc	Soudure gaz	Radiations du corps noir	Feux distants	Eclats lumineux
Simple UV	◆	◆	●	◆	◆
Combiné UV/IR	■	◆	●	◆	◆
Simple IR	■	◆	◆	◆	◆
Multi IR	■	◆	●	◆	◆
Détecteur visuel	●	◆	●	●	●
Fausse alarme ◆		Fausse alarme certaines conditions ■		Pas de fausse alarme ●	

***Tableau 3.20** Comparaison entre les détecteurs pour Aveuglements / Obscurcissements*

Comparaison	Aveuglements / Obscurcissements				
	Huile / fumée	Eau	Brouillard	Radiations du corps noir	Réflexion du soleil
Simple UV	◆	●	■	●	●
Combiné UV/IR	◆	◆	■	●	●
Simple IR	●	◆	■	◆	●
Multi IR	●	◆	■	◆	◆
Détecteur visuel	●	●	■	●	●
Très sensible ◆		Sensibilité réduite ■		Insensible ●	

La figure 3.10 et le tableau 3.21 suivants donnent les résultats de la mise en place des nouveaux détecteurs visuels de flamme.

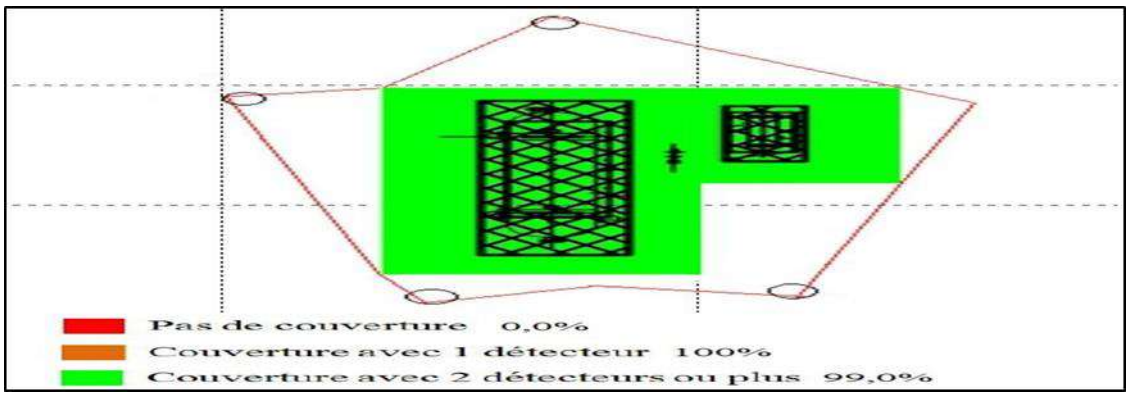


Figure 3.10 Couverture de détection des flammes avec 04 détecteurs visuels (zone de séparation)

***Tableau 3.21** Couverture de détection des flammes avec 04 détecteurs visuels (zone de séparation)*

Couverture de flamme du FZ-1	05 détecteurs UV/IR	04détecteurs visuels de flamme
Pas de couverture	0.0%	0.0%
Couverture avec 01 détecteur ≥ 1ooN	99.5%	100.0%
Couverture avec 02 détecteurs ou plus ≥ 2ooN	94.8%	99.9%

On conclut que l'utilisation de quatre détecteurs visuels de flamme est plus fiable et garantie la couverture requise que le renforcement par un cinquième détecteur UV/IR.

3.5.3 Recommandations organisationnelles

Elles se repose essentiellement sur les procédures de maintenance préventive et gestion des travaux, on peut résumer les recommandations pour chaque anomalie comme suit :

- **Pour la Puissance / échec**

Vérifier le secteur d'alimentation et les fusibles d'alimentation dans le régulateur de gaz.

- **Pour Interférence du gaz**

Choisir le bon détecteur et l'étalonner pour le gaz cible

- **Pour Emplacement incorrect du détecteur**

Le placement des détecteurs est essentiel pour assurer la bonne protection de l'installation, les paramètres de processus tels que les emplacements de sortie, les conditions météorologiques et les espaces fermés doivent être pris en considération, rappelez-vous ce qui fonctionne dans un secteur de l'installation pourrait ne pas nécessairement fonctionner dans un autre secteur.

- **Pour Perturbation parasite**

La conception du détecteur doit minimiser l'influence indésirable des grandeurs physiques ou prévoir un dispositif de compensation.

- **Autres recommandations**
  - Sélection appropriée des instruments (détecteurs de gaz, de feux et de fumée) ;

- Le système de contrôle doit être conforme à l'architecture du système est conçu et répond aux exigences du client ;
- Il faut respecter la période d'étalonnage (détecteur de gaz IR chaque année, catalytique tous les 6 mois) ;
- Dans le cas où il y a une fuite sur le site pour un long moment, il est nécessaire de rééquilibrer le détecteur de gaz ;
- Détecteur de gaz avec autotest est disponible sur le marché, ils offrent une meilleure sécurité fonctionnelle et une plus faible probabilité d'échec à la demande ;
- Assurer le placement correct des détecteurs après les travaux de maintenance pour garantir la bonne couverture de l'installations.

3.6 Système d'arrêt d'urgence (ESDS)

Dans cette partie on va décrire le système d'arrêt d'urgence de slug catcher au sien du Groupement RKF aussi que le système d'arrêt d'urgence du ballon de séparation (V-101) du Groupement TIMIMOUN, comparer les deux ballons, comparer les deux systèmes, détecter les anomalies et ensuite proposer les recommandations correspondantes.

3.6.1 Ballon de séparation

Le ballon de séparation assure la fonction de séparation tri-phasique, il est capable de séparer le gaz et les liquides (eaux et HC) ainsi que d'absorber toute fluctuation de quantités de liquides, et pour assurer leur fonctions les philosophies d'arrêt suivantes sont réalisées pour les deux cas suivants.

3.6.1.1 Slug catcher (GTIM)

Les causes et les actions d'arrêt d'urgence pour le slug catcher sont présentées dans le tableau (3.22) suivant, la logique ESD diagramme est présentée dans la figure (3.11)

***Tableau 3.22** Causes et les actions SD-3 (slug catcher)*

Causes	Actions
➢ SD-2.FZ1 : réception et séparation ; ➢ Détection d'un niveau supérieur par le détecteur G67-LSHH-21004 ; ➢ Détection d'une augmentation de pression par le détecteur G67-PSHH21046 ; ➢ Action d'ESD-1-.	➢ Fermeture des SDVs (G67-SDV-21017/ G67-SDV-21002/ G67-SDV-21003/ G67-SDV-51012/ G67-SDV-22011 / G67-SDV-22012 ; ➢ Ouverture de la vanne BDV-21001(dépressurisation) en cas d'action d'ESD-1-.

Le PSD est présenté dans la figure (3.12) suivante :

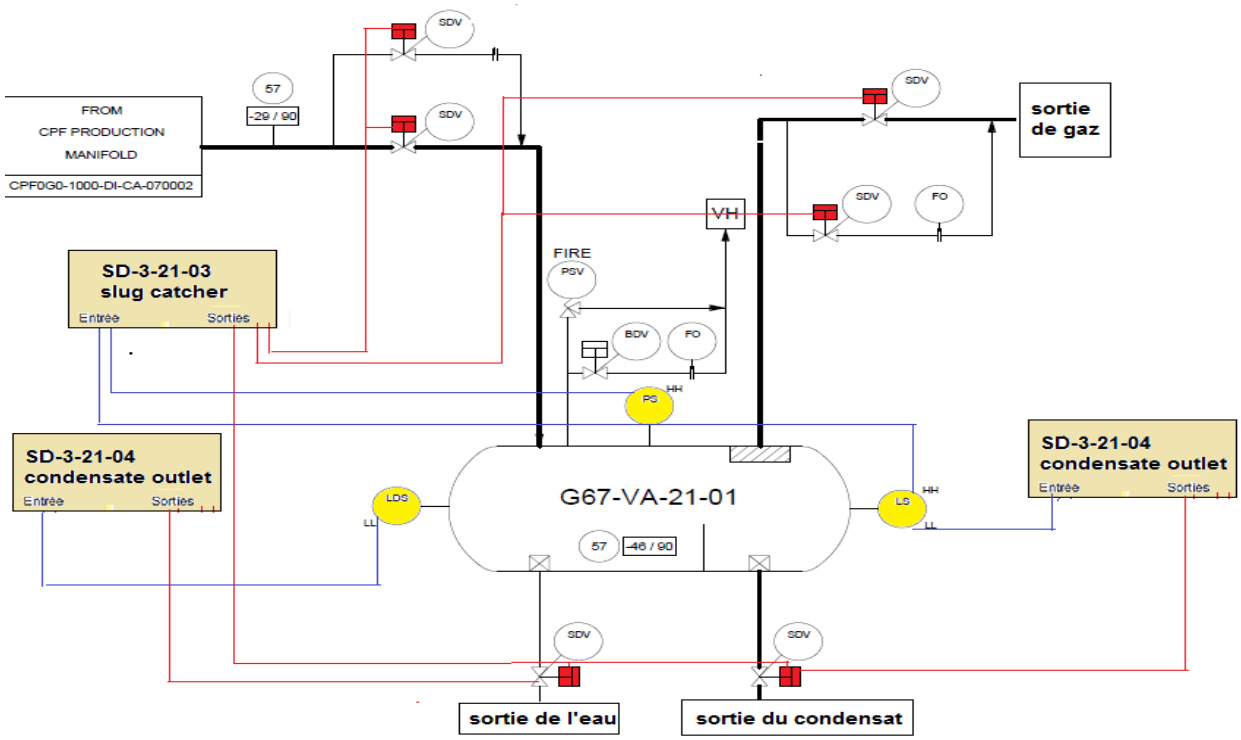


Figure 3.11 PSD- slug catcher

3.6.1.2 V-101 (IA)

Les causes et les actions d'arrêt d'urgence pour le ballon de séparation (v-101) sont présentées dans le tableau (3.23) suivant :

***Tableau 3.23** Causes et les actions SD-3 (V-101)*

Causes	Actions
➢ Activation d'un niveau supérieure d'arrêt que le niveau-4- ; ➢ Détection d'un niveau supérieur par le détecteur 01-LTHH-1091 ; ➢ Détection d'un niveau inférieure par le détecteur 01-LTLL-1091 ; ➢ Détection d'un niveau inférieure par le détecteur 01-LTLL-1086 .	➢ Fermeture des ESDVs (01-ESDY-1000/01-ESDY-1068) pour le détecteur 01-LTHH-1091 ➢ Fermeture des SDVs (01-SDY-1002 pour le détecteur 01-LTLL-1091et 01-SDY-1010 pour le détecteur 01-LTLL-1086 ; ➢ Ouverture de la vanne BD en cas d'action des niveaux 1 et 2B (dépressurisation). ➢ La détection 01-LTHH-1086 activer l'alarme.

Le PSD est présenté dans la figure (3.14) suivante :

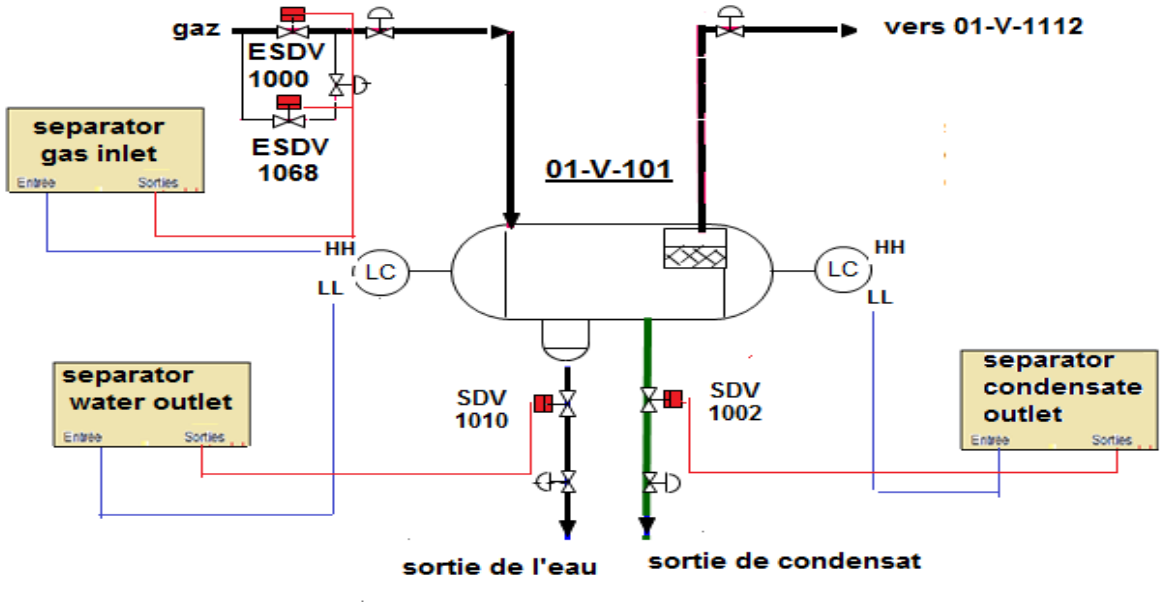


Figure 3.12 PSD- V-101-

3.6.1.3 Comparaison

Les résultats de comparaison des deux ballons sont présentés dans le tableau 3.24 suivant :

***Tableau 3.24** Comparaison entre les deux séparateurs (slug-catcher / V-101)*

Elément	V-101 -IA	Slug catcher-GTIM-	Commentaire
Détection de la pression	Absence des détecteurs de pression	Présence des détecteurs de pression	En cas de surpression ; le contrôle de la situation dangereuse est basé sur les vannes PSVs (IA)
Vanne PSV	02 vannes	01 vanne	La présence de deux vannes PSV est une obligation dans les procédures IA (Voir la partie anomalies)
Fermeture d'équipement en cas extrême	Fermeture des vannes d'arrêt de l'entrée uniquement	Fermeture totale de l'équipement (isolation complète)	Dans le cas le plus défavorable (surpression avec isolation complète) ; l'équipement va être en sous-pression(GTIM) (Voir la partie anomalies)
Niveau supérieur de liquide	➢ Régulation par le control du niveau ; ➢ Ouverture d'autre vanne vers un autre piping ; ➢ Fermeture de la vanne d'arrêt de la sortie de liquide.	➢ Régulation par le control du niveau ; ➢ Fermeture de la vanne d'arrêt de la sortie de liquide.	Le nouveau piping est ajouté après les différents arrêts survenus à cause d'augmentation de niveau.
Vanne BDV	Absence de la vanne BDV	Présence de la vanne BDV	La dépressurisation dans le V-101 se fait par zone à partir de la vanne BDV-1062

3.6.2 Statistique et historique des anomalies

3.6.2.1 Statistique des arrêts d'urgence

Après un triage des différents arrêts qui survenus (non-programmés) au sien du groupement IA depuis 2010-2013 et la période 2015 jusqu'à maintenant, on a résumé les statistiques des arrêts dans le tableau 3.25 suivant :

***Tableau 3.25** Statistique des arrêts d'urgence*

Arrêt	Nombre	Cause	Description	Amélioration
Au niveau de CPF	**759 arrêts (total)**	Des causes Différentes	La majorité des cas à cause des détections fausses (feu et gaz)	/
	486 arrêts	Détections Fausses du feu et gaz	Dans ce cas la détection fausse est causée par les défaillances des détecteurs feu & gaz	/
	264 arrêts	Détections réelles sans dépressurisation	➢ **151 arrêts** à cause de la détection feu &gaz ; ➢ **95 arrêts** à cause de la détection du niveau supérieure de liquide ; ➢ **18 arrêts** à cause de la détection d'augmentation de la pression.	/
	9 arrêts	Détections réelles avec dépressurisation	Ces 09 arrêts avec dépressurisations sont partiels.	/
Au niveau de la zone de séparation	**189 arrêts (total)**	Des causes Différentes	La majorité des cas à cause des détections fausses (feu et gaz)	/
	121 arrêts	Détections Fausses du feu et gaz	La détection fausse est causée par les défaillances des	Voir la partie détection du feu & gaz

			détecteurs feu & gaz	
	68 arrêts	Détections réelles sans dépressurisation	➢ **37 arrêts** à cause de la détection feu &gaz ; ➢ **23 arrêts** à cause de la détection du niveau supérieure de liquide ; ➢ **8 arrêts** à cause de la détection d'augmentation de la pression.	/
	0 arrêt	Détections réelles avec dépressurisation	aucun arrêt avec dépressurisation	/
Au niveau du ballon de séparation V-101	**87 arrêts** (total)	Des causes Différentes	La majorité des cas à cause des détections fausses (feu et gaz)	/
	58 arrêts	Détections Fausses du feu et gaz	La détection fausse est causée par les défaillances des détecteurs feu & gaz	Voir la partie détection du feu & gaz
	28 arrêts	Détections réelles sans dépressurisation	➢ **17 arrêts** à cause de la détection feu &gaz ; ➢ **11 arrêts** à cause de la détection du niveau supérieure de liquide ;	Le ballon de séparation avait beaucoup des modifications dans la philosophie d'arrêt d'urgence ; voir le titre 3.4.3.4
	1 arrêt	Détections réelles avec dépressurisation	Le seul cas d'arrêt avec dépressurisation est causé par l'activation d'arrêt d'urgence niveau 2B de la zone concernée	Pas de modification

3.6.2.2 Historique des modifications et des améliorations

Le ballon de séparation V-101 a subi aux plusieurs modifications dans le design et aussi dans la philosophie d'arrêt d'urgence, d'après les statistiques précédentes on a trouvé les modifications suivantes :

3.6.2.2.1 L'ajoute d'une nouvelle PSV dans le ballon –V-101-

La modification est réalisée après un scénario très dangereux dans la période de maintenance de PSV du ballon, l'équipe de maintenance a isolé la vanne PSV selon le programme normal sachant que la production était en cours, durant cette opération le ballon avait un arrêt d'urgence après l'augmentation de la pression du ballon.

La situation était maitrisée sans risque et sans accident par les vannes ESDV, mais après une étude détaillée par l'équipe de support technique, elle a ajouté une deuxième vanne PSV.

La figure 3.13 suivante présente la position de la deuxième PSV

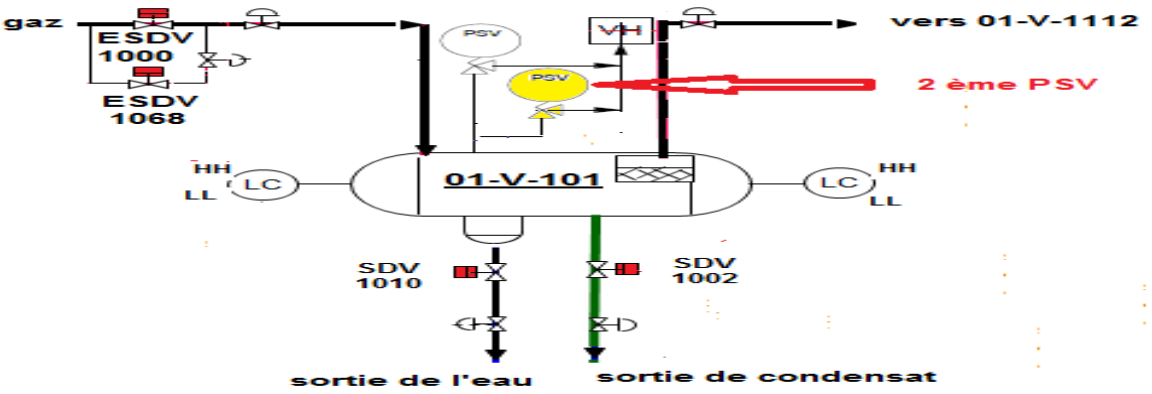


Figure 3.13 V-101-avec deuxième PSV

3.6.2.2.2 Le changement de la philosophie d'arrêt du ballon V-101

L'ancienne philosophie d'arrêt d'urgence du ballon V-101 est dans la figure 3.14 ci-dessous.

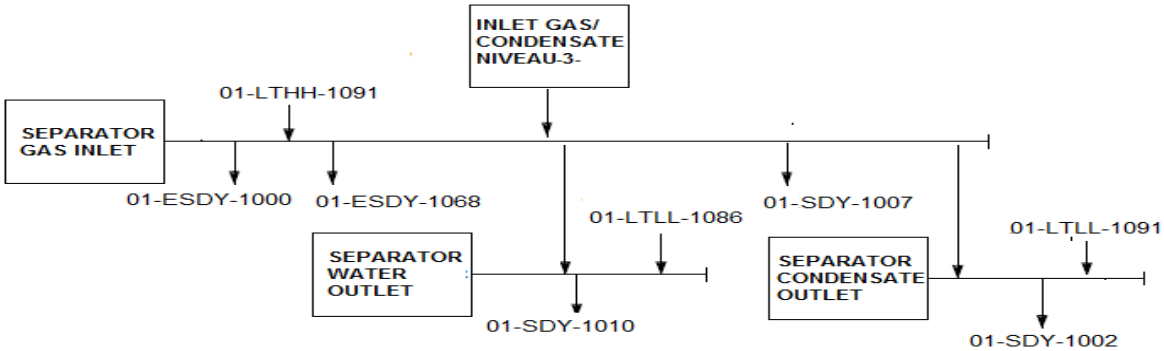


Figure 3.14 Ancien ESD-logic diagram V-101

La modification est faite après la présence d'un scénario défavorable (le ballon V-101- était sous-pression durant l'arrêt d'urgence après l'augmentation du niveau de liquide), la figure suivante présente l'arbre des évènements du ballon V-101- dans le cas d'arrêt niveau 4.

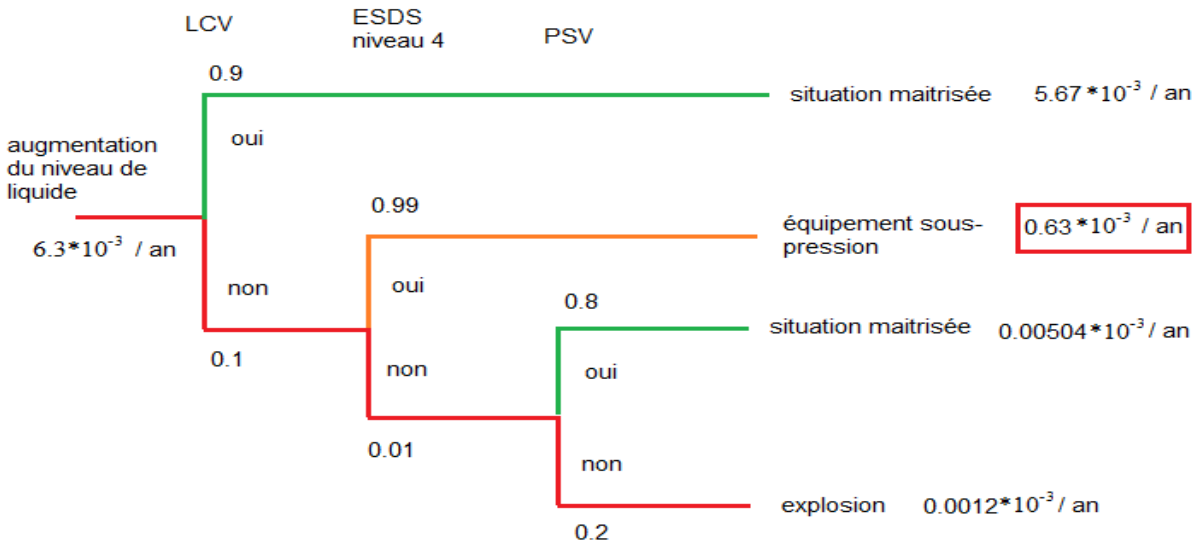


Figure 3.15 ADE en cas de sous-pression V-101

D'après le résultat obtenu (la probabilité d'avoir un équipement sous-pression est 6.3x10-2/an), et puisque la période de maîtrise ou d'identification des problèmes est importante (45 min au minimum), l'équipe de support technique a résolu ce problème par la modification de la philosophie d'arrêt d'urgence pour ce ballon, la nouvelle philosophie est présentée dans la figure 3.16 suivante :

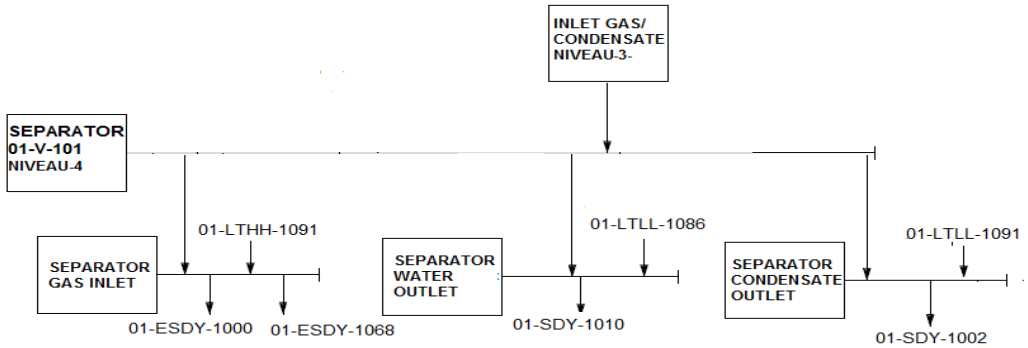


Figure 3.16 Nouveau ESD-logic diagramme V-101

3.6.3 Anomalies et recommandations

D'après la comparaison et d'après les résultats des modifications et puisque les deux ballons sont semblables, on peut estimer les anomalies suivantes :

3.6.3.1 Absence de PSV durant l'opération de maintenance

Durant l'opération de maintenance des vannes PSV, on sera obligé de les mettre hors service et puisque ces opérations de maintenance seront périodiques (6 mois au minimum), on va à chaque fois éliminer la dernière barrière de sécurité mécanique.

Le scénario défavorable probable durant l'opération de maintenance est d'avoir une augmentation de pression, l'augmentation du niveau, ou bien les deux.

Cette augmentation peut activer le système d'arrêt d'urgence et dans ce cas ESDS sera la dernière barrière.

En cas d'échec de cette barrière on risque d'avoir une explosion après l'augmentation continue de la pression et/ou de niveau.

- Pour étudier ce scénario on utilise l'arbre des évènements ci-dessous sachant que les probabilités utilisées sont dans le tableau 3.26 suivant :

***Tableau 3.26** Probabilités (Succès / Echec) selon ARIA*

Evènement	Succès	Echec
Augmentation de la pression	$5.94x10^{-3}$/an	/
Augmentation du niveau	$6.3x10^{-3}$/an	/
LCV	0.9	0.1
PCV	0.8	0.2
SDV	0.98	0.02
PSV	0.9	0.1

Les scénarios défavorables présentés dans la figure 3.17 suivante sont l'augmentation de la pression du gaz et l'augmentation du niveau de liquide.

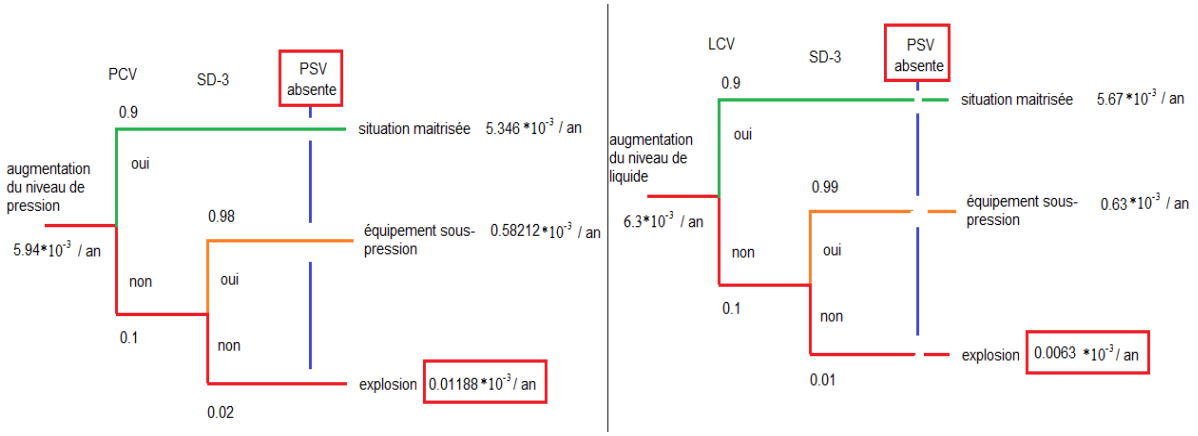


Figure 3.17 ADE en cas de maintenance avec une PSV

La probabilité d'avoir une explosion est (0.01188x10-3+ 0.0063x10-3 = 0.01818x10-3) pour les deux cas.

3.6.3.2 Résolution d'anomalie

On peut résoudre cette anomalie par le placement d'une deuxième vanne PSV.

La deuxième vanne PSV est pour le but d'éviter l'absence d'une barrière mécanique dans le ballon durant les opérations de maintenance et aussi pour le renforcement de la dépressurisation en cas extrême.

3.6.3.2.1 Une PSV stand-by et l'autre en service

La figure 3.18 suivante présente l'arbre des évènements après l'addition d'une vanne PSV.

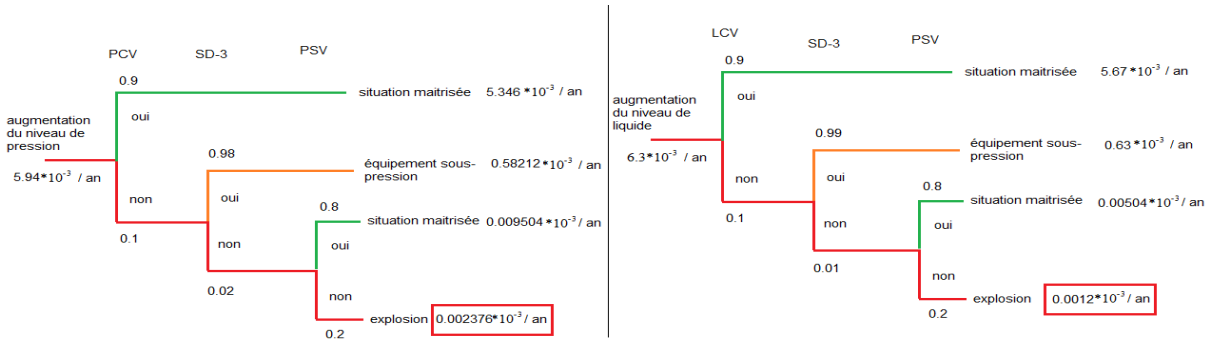


Figure 3.18 ADE en cas de maintenance avec deux PSV

La probabilité d'avoir une explosion est ($0{,}002376\times10^{-3}+0{,}0012\times10^{-3}= 0{,}003576\times10^{-3}$) pour les deux cas.

Les résultats obtenus dans les deux cas (présence et absence d'une vanne PSV durant les travaux de maintenance) sont présentés dans le tableau 3.27 suivant :

***Tableau 3.27** Probabilité des scénarios en cas de présence et d'absence d'une vanne PSV*

Scénario	Probabilité	
	Une vanne PSV	Deux vannes PSV
Situation maitrisée	$11.016*10^{-3}$	$11.030544*10^{-3}$
Equipement sous-pression	$1.21212*10^{-3}$	$1.21212*10^{-3}$
Explosion	$0.01818*10^{-3}$	$0.003576*10^{-3}$

Alors l'addition d'une vanne PSV minimise la probabilité d'explosion jusqu'à 77.03%, la figure 3.19 suivante montre la position de la deuxième PSV.

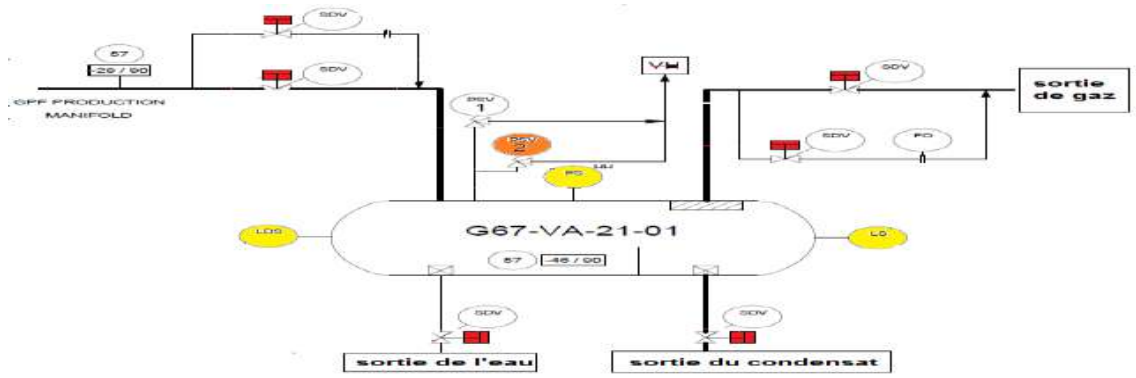


Figure 3.19 Slug catcher avec deux PSV

3.6.3.2.2 Deux PSV en service et en même étalonnage

On peut renforcer la sécurité par l'étalonnage des PSV en même valeur (57 bar), la probabilité de l'efficacité de PSV sera (0,8 × 0,8 = 0,64) et la probabilité d'échec sera (0,2 × 0,2 = 0,04).

L'arbre des évènements est présenté dans la figure 3.20 suivante :

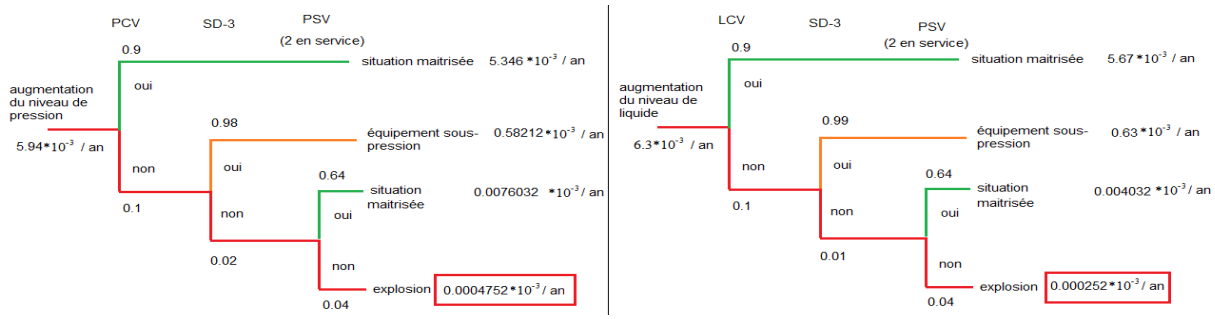


Figure 3.20 ADE en cas normal avec deux PSV (même étalonnage)

L'ADE ci-dessus montre que la probabilité d'avoir une explosion est plus faible dans le cas d'utiliser deux PSV en même étalonnage que l'utilisation de deux vannes (une en service et l'autre en stand-by) ($0{,}003576 \times 10^{-3} > 0{,}0007272 \times 10^{-3}$).

3.6.3.2.3 Deux PSVs en service et avec différent étalonnage

On peut aussi renforcer la sécurité par l'étalonnage des PSV en différentes valeurs (54/57 bar par exemple), l'arbre des évènements est présenté dans la figure 3.21 suivante :

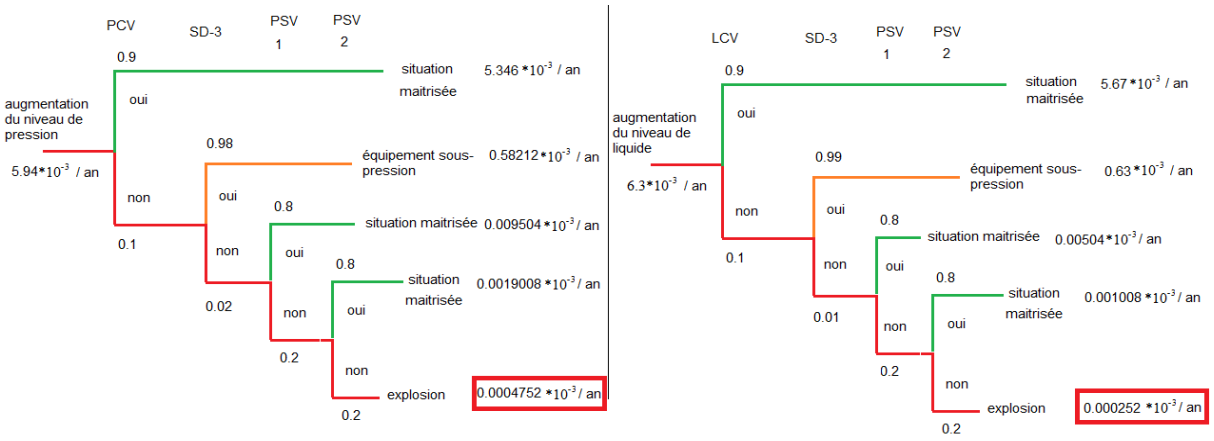


Figure 3.21 ADE en cas normal avec deux PSV (étalonnage différent)

Le tableau 3.28 suivant résume tous les calculs pour les cas de PSV avec les deux scénarios :

***Tableau 3.28** Résultat de toutes les probabilités*

Scénario	**Cas normal**			**Cas de maintenance**	
	Une seule PSV	Deux PSV avec le même étalonnage	Deux PSV avec différent étalonnage	Une seule PSV	Deux PSV
Situation maitrisée	11.030544 x10^{-3}	11.027635 x10^{-3}	11.033453 x10^{-3}	11.016 x10^{-3}	11.030544 x10^{-3}
Equipement sous-pression	1.21212x10^{-3}	1.21212x10^{-3}	1.21212x10^{-3}	1.21212x10^{-3}	1.21212x10^{-3}
Explosion	0.003576 x10^{-3}	0.0007272 x10^{-3}	0.0007272 x10^{-3}	0.01818 x10^{-3}	0.003576 x10^{-3}
Pourcentage de la mitigationde la probabilité d'explosion	0%	92.4%	92.4%	0%	80.33%

Le tableau précédent montre les différents calculs des probabilités pour chaque scénario et pour chaque cas de présence de la vanne PSV.

La probabilité minimale au cas d'explosion est en rouge, la probabilité élevée au cas de la situation maitrisée est en vert.

La solution favorable proposée pour chaque cas (normal et de maintenance) est en jaune.

3.6.3.3 Equipement sous-pression durant un arrêt d'urgence

Un autre cas défavorable peut survenir à notre équipement (slug catcher) avec une probabilité élevée, dans ce cas on peut avoir un ballon sous-pression (environs 45 bar) à cause

de la fermeture totale d'équipement (isolation complète) par les vannes SDV (SD-3), suite à l'augmentation de la pression, l'augmentation du niveau ou bien les deux, alors l'équipement va rester sous-pression jusqu'à l'intervention d'équipe de maintenance.

Et aussi d'après les statistiques des arrêts au niveau du ballon V-101 à IA, notre slug catcher peut avoir des différents arrêts plus que le V-101 à cause de cette philosophie d'arrêt (on estime plus que 100 arrêts dans les 5 ans prochains).

Si la durée de cet arrêt est importante on risque d'avoir une augmentation de la pression dans les installations en amont, et alors l'arrêt des puits.

D'après les mesures de la sécurité cette situation est inacceptable et dangereuse, ainsi qu'on peut avoir des pertes de production causées par les arrêts répétitifs.

Généralement le redémarrage de l'équipement après un arrêt besoin au minimum une demi-heure (selon les statistiques d'équipe de la salle du control-IA).

Alors comme une estimation :

La production : 5 million m^3/jour c'est-à-dire 9125 million m^3/ 5 ans.

La perte : 0,1041 million m^3/30min avec 100 arrêts /5 ans on va perdre au minimum 10,41 million m^3/5 ans

La figure 3.22 suivante montre le slug-catcher en cas d'arrêt SD-3 (cas de sous-pression).

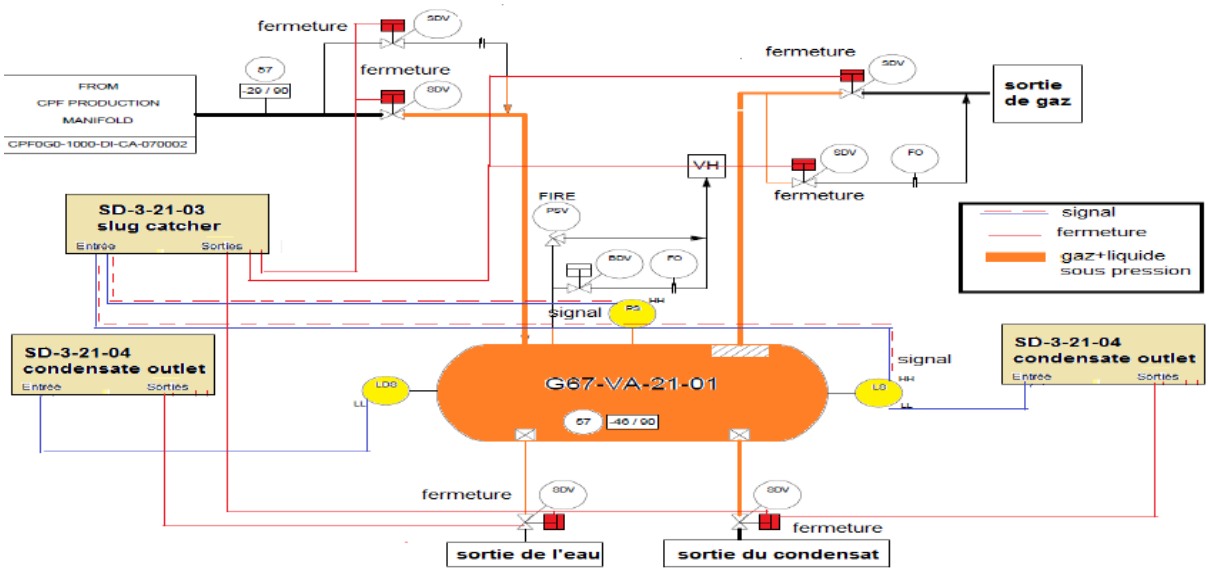


Figure 3.22 Slug catcher en cas d'arrêt SD-3

Pour calculer la probabilité d'avoir un scénario d'équipement sous-pression on utilise l'arbre des évènements avec les probabilités mentionnées dans le tableau 3.26 précédent.

La figure 3.23 ci-dessous présente l'ADE de slug catcher.

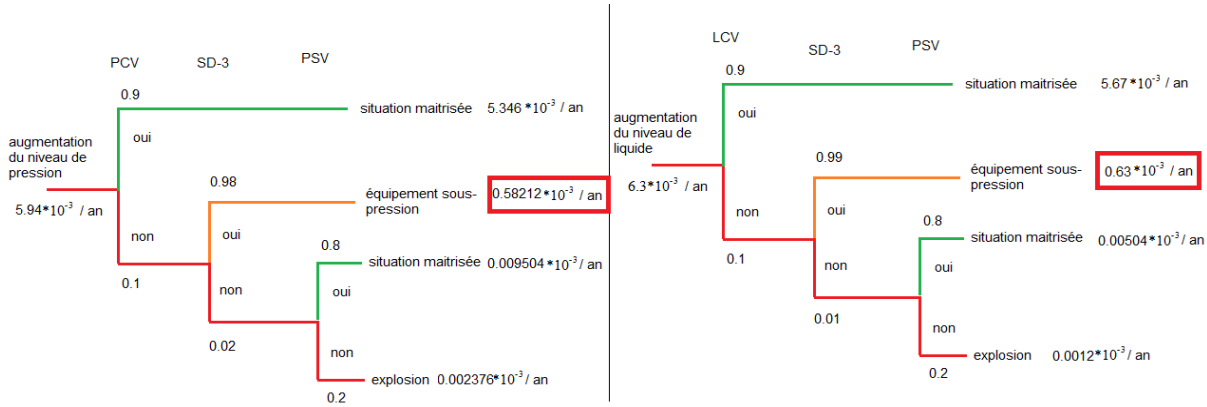


Figure 3.23 ADE en cas de sous-pression (Slug-catcher)

D'après l'ADE précédent la probabilité d'avoir un équipement sous-pression est ($0{,}58212\times10^{-3} + 0{,}63\times10^{-3} = 1{,}21212\times10^{-3}$).

3.6.3.4 Résolution d'anomalie

D'après l'étude comparative, la résolution de la situation dangereuse inacceptable (équipement sous-pression) se faite par la modification de la philosophie d'arrêt d'urgence de cet équipement, cette modification peut être comme suivant :

3.6.3.4.1 Modification de la philosophie d'arrêt d'urgence

Dans la nouvelle philosophie d'arrêt d'urgence on doit laisser les sorties libres après l'arrêt pour libérer les gazes et les liquides emprisonnées.

La figure 3.24 suivante présente la nouvelle philosophie (en rouge) d'arrêt SD-3 pour le slug catcher.

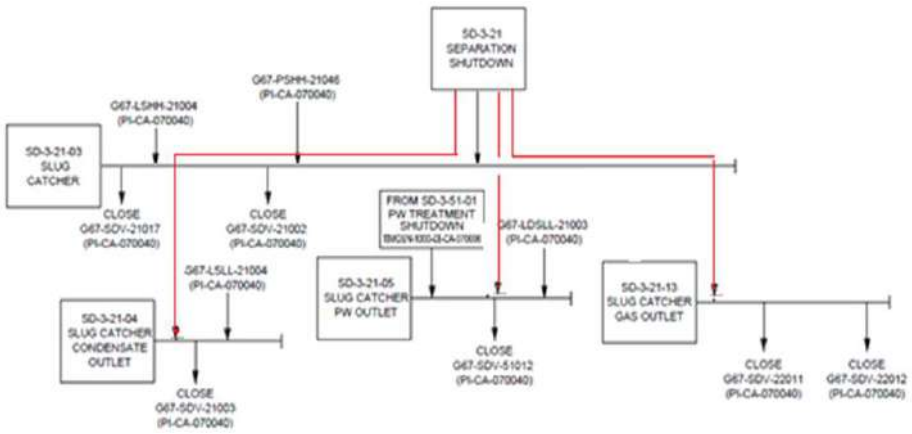


Figure 3.24 Diagramme logique ESD_slug catcher avec modification

3.6.3.4.2 Placement des temporisateurs

On peut résoudre cette situation dangereuse aussi par la fermeture des vannes d'entrée et après un temps donné les vannes des sorties seront fermées, avec une action directe du niveau SD-2 (réception) sur ces vannes.

La figure 3.25 ci-dessous résume cette solution.

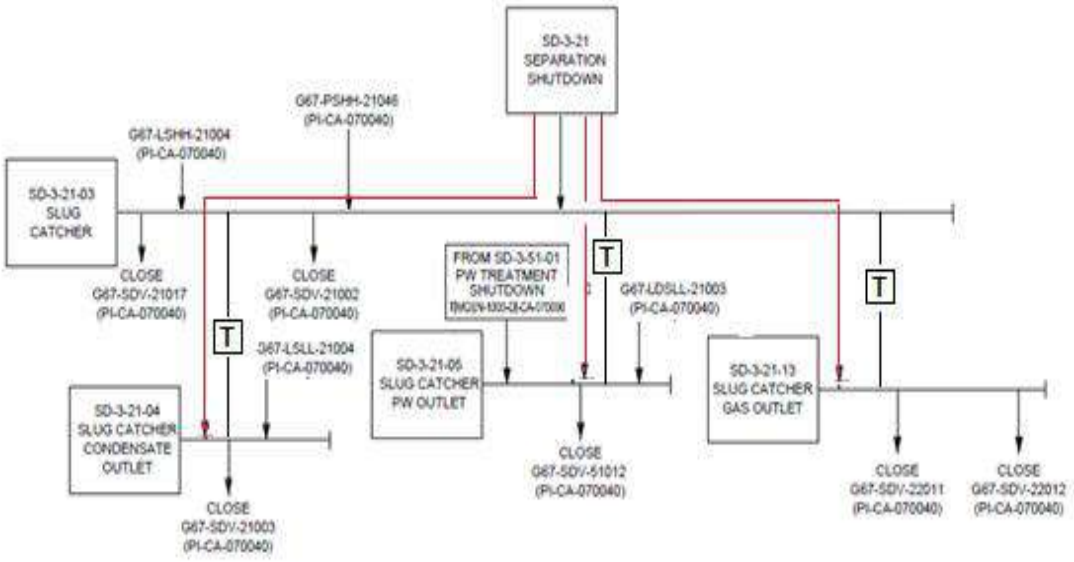


Figure 3.25 Diagramme logique ESD_slug catcher avec temporisateurs

L'arbre des évènements après les modifications est présenté dans la figure 3.26.

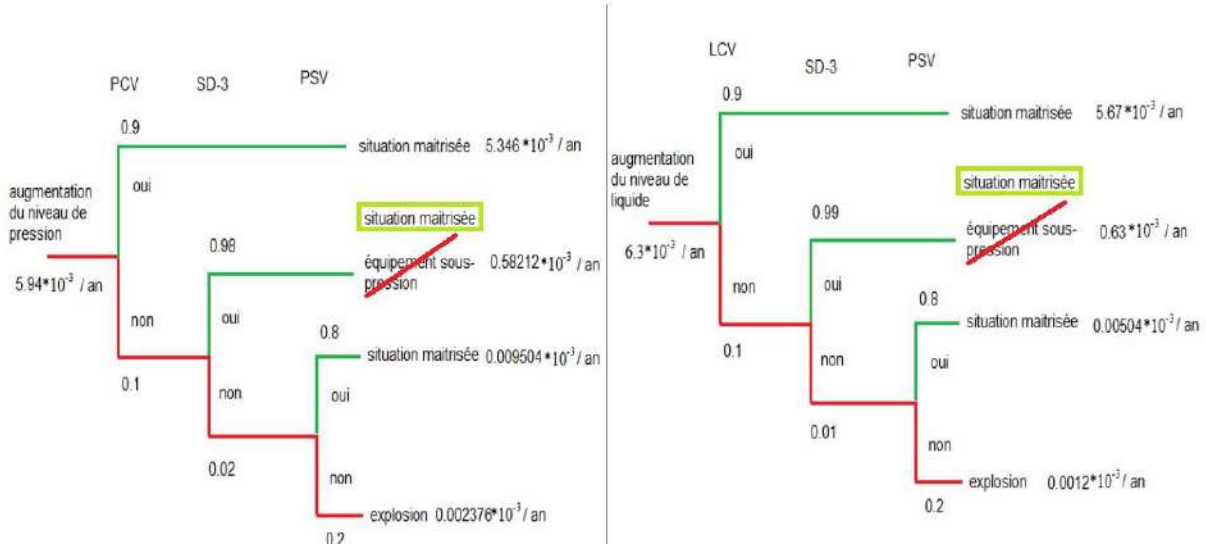


Figure 3.26 ADE-slug catcher- après la modification

D'après les statistiques d'IA le changement de la philosophie d'équipement à minimiser les arrêts au niveau de séparateur avec un pourcentage de 20%.

Estimation : par ce changement on peut récupérer :

0,1041million m^3/30min pour 20 arrêts/5 ans c'est-à-dire 2,082 million m^3/5 ans.

3.7 Conclusion

Dans cette partie on a essayé d'identifier quelques anomalies probables dans la zone de séparation et de réception (Zone de feu 01), par l'utilisation de la méthode ***benchmark*** (comparer les installations et traiter les statistiques : alarmes, arrêts, anomalies, et modifications).

Au cours de l'application, on a sélectionné les cas les plus défavorables (nombre des arrêts, anomalies répétitives, scénarios dangereux) et identifié leurs causes directes.

D'après les anomalies sélectionnées, des propositions, des recommandations et des solutions détaillées et non-détaillées ont été proposées.

Conclusion générale

Dans ce modeste travail, on a essayé de présenter le groupement RKF, en procédant en premier lieu, par une description de leur système de sécurité présenté dans la première partie.

En second lieu, on a détaillé la méthodologie de la partition des zones en sous-zones, qui est l'outil essentielle pour faciliter le fonctionnement des systèmes critiques (FGS & ESDS), et tant que ces systèmes s'intègrent dans le système instrumenté de sécurité, on a décrit ce système (SIS) dans la deuxième partie.

Le but assigné dans ce travail, constitue de faire un ***benchmark***, c'est-à-dire comparer les deux systèmes (FGS & ESDS) du groupement RKF avec celles du groupement IN-AMENAS et identifier les anomalies probables pour notre projet (GTIM), par rapport à ces anomalies des solutions ont été proposées.

Dans la partie pratique et comme une vérification on a comparé les résultats des distances de sécurité obtenus par le logiciel PHAST qui est déjà utilisé dans les études de danger avec un autre logiciel ALOHA, et d'après cette comparaison les résultats du PHAST sont fiables.

Au-cours de l'application de ***benchmark*** on a comparé la zone de réception et de séparation pour les deux sites et traité toutes les statistiques :

- **Alarmes - Arrêts - Anomalies - Modifications**.

Pour atteindre le but de ce travail et d'après les résultats trouvés on a identifié quelques anomalies probables dans notre projet comme l'insuffisance de couverture de détection des flammes et l'absence d'une deuxième vanne PSV dans les équipements et en fin on a proposé des solutions et recommandations.

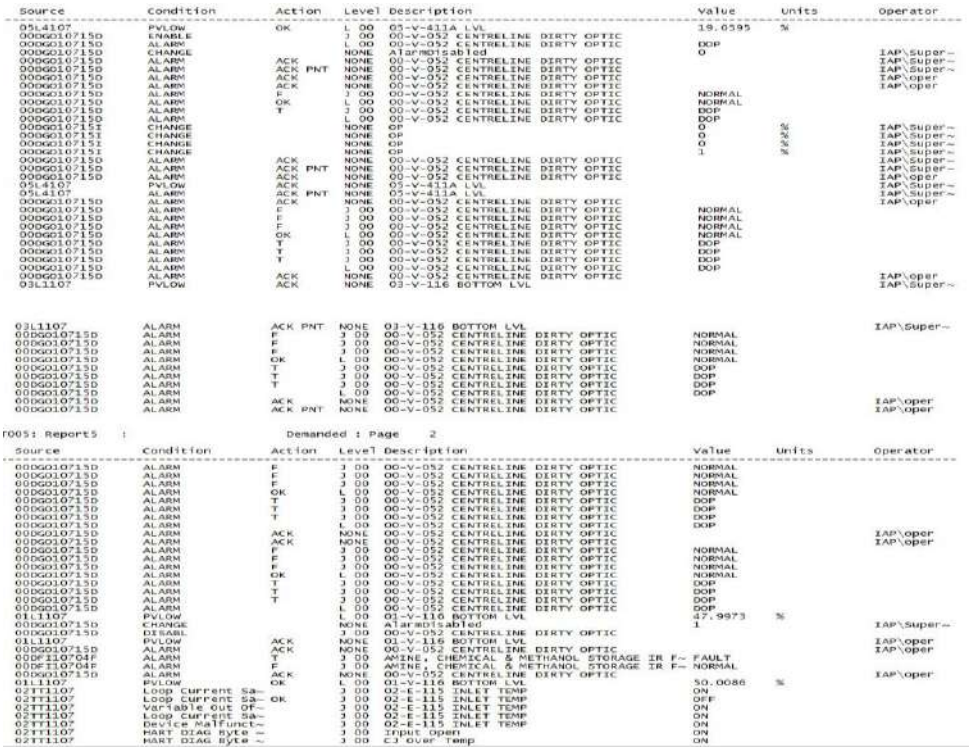
Parmi ces propositions on trouve, la mise en place : des nouveaux dispositifs (détecteurs visuels de flamme, vanne PSV), des recommandations organisationnelles (actions et maintenance préventives), et le changement de la philosophie d'arrêt d'urgence.

En dernier lieu, l'utilisation de cette méthode ***benchmark*** nous permet d'améliorer notre philosophies, procédures et cultures de sécurité pour le bon fonctionnement des installations et de protéger notre installation contre le risque majeur dans le milieu d'hydrocarbure « l'incendie et/ou l'explosion ».

Annexes 1

Exemple d'un rapport des alarmes

Les figures suivantes présentes les statistiques des types d'alarme entre 22/05/2021 au 23/05/2021:



Source	Condition	Action	Level	Description	Value	Units	Operator
05L4107	PVLOW	OK	L 00	05-V-411A LVL	19.6595	%	
00DGO10715D	ENABLE		J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			
00DGO10715D	ALARM		L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	CHANGE		NONE	Alarm Disabled	0		IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK PNT	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	OK	L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM		L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715I	CHANGE		NONE	OP	0	%	IAP\Super~
00DGO10715I	CHANGE		NONE	OP	0	%	IAP\Super~
00DGO10715I	CHANGE		NONE	OP	0	%	IAP\Super~
00DGO10715I	CHANGE		NONE	OP	1	%	IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK PNT	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
05L4107	PVLOW	ACK	NONE	05-V-411A LVL			IAP\Super~
05L4107	ALARM	ACK PNT	NONE	05-V-411A LVL			IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	OK	L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM		L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
03L1107	PVLOW	ACK	NONE	03-V-116 BOTTOM LVL			IAP\Super~
03L1107	ALARM	ACK PNT	NONE	03-V-116 BOTTOM LVL			IAP\Super~
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	OK	L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM		L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	ACK PNT	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper

[005: Report5 : Demanded : Page 2

Source	Condition	Action	Level	Description	Value	Units	Operator
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	OK	L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM		L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	F	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	OK	L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM	T	J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
00DGO10715D	ALARM		L 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC	DOP		
01L1107	PVLOW		L 00	01-V-116 BOTTOM LVL	47.9973	%	
00DGO10715D	CHANGE		NONE	Alarm Disabled	1		IAP\Super~
00DGO10715D	DISABL		J 00	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			
01L1107	PVLOW	ACK	NONE	01-V-116 BOTTOM LVL			IAP\oper
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
00DFI10704F	ALARM	T	J 00	AMINE, CHEMICAL & METHANOL STORAGE IR F~	FAULT		
00DFI10704F	ALARM	F	J 00	AMINE, CHEMICAL & METHANOL STORAGE IR F~	NORMAL		
00DGO10715D	ALARM	ACK	NONE	00-V-052 CENTRELINE DIRTY OPTIC			IAP\oper
01L1107	PVLOW	OK	L 00	01-V-116 BOTTOM LVL	50.0086	%	
02TT1107	Loop Current Sa~		J 00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
02TT1107	Loop Current Sa~	OK	J 00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
02TT1107	Variable Out Of~		J 00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
02TT1107	Loop Current Sa~		J 00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
02TT1107	Device Malfunct~		J 00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
02TT1107	HART Diag Byte ~		J 00	Input Open	ON		
02TT1107	HART Diag Byte ~		J 00	CJ Over Temp	ON		

0:41:31.575	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	Input Open	OFF	
0:41:31.575	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF	
0:43:37.582	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Input Open	ON	
0:43:37.582	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Suspect Input	ON	
0:44:40.584	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF	
0:44:40.584	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF	
0:47:49.526	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Input Open	ON	
0:47:49.526	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Suspect Input	ON	
0:49:55.521	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	4 wires Configuration	ON	

' 08:37:43 RPT005: Report5 : Demanded : Page 6

	Source	Condition	Action	Level	Description	Value	Units	Operator
0:50:57.519	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
0:53:03.512	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Hardware Failure	OFF		
0:54:06.507	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	CJ Over Temp	OFF		
0:54:06.507	02TT1107	Variable Out of~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
0:54:21.507	02TT1107	Variable Out of~	J	00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
0:55:09.507	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Hardware Failure	ON		
0:55:09.507	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF		
0:55:09.507	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	CJ Over Temp	ON		
0:55:09.507	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF		
0:55:09.507	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	4 wires Configuration	ON		
0:56:12.501	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
0:57:15.498	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	4 wires Configuration	ON		
0:58:18.494	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
0:59:21.490	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Input Open	ON		
0:59:21.490	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Suspect Input	ON		
1:01:26.483	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	4 wires Configuration	ON		
1:02:29.479	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
1:03:32.497	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input out of Spec	OFF		
1:03:32.497	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Output Saturated	OFF		
1:03:32.497	02TT1107	PV Out of Limits OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:03:32.497	02TT1107	Loop Current Sa~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:04:20.532	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF		
1:04:20.532	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF		
1:04:35.534	02TT1107	PV Out of Limits	J	00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
1:04:35.534	02TT1107	Loop Current Sa~	J	00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
1:05:23.532	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Input Open	ON		
1:05:23.533	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Input out of Spec	ON		
1:05:23.533	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Output Saturated	ON		
1:05:23.533	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Suspect Input	ON		
1:05:38.532	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Hardware Failure	OFF		
1:05:38.532	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF		
1:05:38.532	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	Input out of Spec	OFF		
1:05:38.532	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	Output Saturated	OFF		
1:05:38.532	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF		
1:05:38.533	02TT1107	PV Out of Limits OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:05:38.533	02TT1107	Loop Current Sa~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:05:38.533	02TT1107	Loop Current Sa~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:05:38.535	02TT1107	Device Malfunct~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:05:53.534	02TT1107	Device Malfunct~	J	00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
1:05:53.534	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Hardware Failure	ON		
1:06:41.537	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Input Open	ON		
1:06:41.537	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Suspect Input	ON		
1:10:52.547	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	4 wires Configuration	ON		
1:11:08.545	02TT1107	PV Out of Limits	J	00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
1:11:08.545	02TT1107	Loop Current Sa~	J	00	02-E-115 INLET TEMP	ON		
1:11:55.548	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Input out of Spec	ON		
1:11:55.548	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Output Saturated	ON		
1:11:55.548	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
1:14:01.553	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF		
1:14:01.554	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF		
1:16:07.558	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	4 wires Configuration	ON		
1:17:10.560	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Hardware Failure	OFF		
1:17:10.560	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Input Open	ON		
1:17:10.560	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Suspect Input	ON		
1:17:10.561	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
1:18:12.564	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Hardware Failure	ON		
1:18:12.564	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	4 wires Configuration	ON		

' 08:37:43 RPT005: Report5 : Demanded : Page 7

	Source	Condition	Action	Level	Description	Value	Units	Operator
1:19:17.566	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
1:20:20.561	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	4 wires Configuration	ON		
1:21:23.505	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF		
1:21:23.505	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Suspect Input	OFF		
1:21:23.505	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	4 wires Configuration	OFF		
1:22:26.508	02TT1107	HART DIAG Byte ~	J	00	Input Open	ON		
1:22:26.508	02TT1107	HART DIAG Byte –	J	00	Suspect Input	ON		
1:23:12.508	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	Hardware Failure	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input Open	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	CJ Over Temp	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Input out of Spec	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	HART DIAG Byte ~ OK	J	00	Output Saturated	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	HART DIAG Byte – OK	J	00	Suspect Input	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	PV Out of Limits OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	Variable Out of~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		
1:23:12.508	02TT1107	Loop Current Sa~ OK	J	00	02-E-115 INLET TEMP	OFF		

Bibliographie

1. Elaboration d'une étude de danger chapitre 3.
2. Emergency shut-down and emergency de-pressurization (ESD & EDP) GS EP SAF 261.
3. Etude d'impact sur l'environnement rapport final Rev 1 – juin 2011.
4. Impacted area, restricted area and fire zones GS EP SAF 253.
5. Modélisation et simulation numérique pour la dispersion atmosphérique de polluant, application des logiciels : aloha, phast, mémoire magister.
6. Présentation du système instrumenté de sécurité sis, INNAL Fares, Université Hadj Lakhdar.
7. Process and utilities description.
8. Shut-down and sectionalisation philosophy 01SRF-TIMGEN-1000-PH-CA-000001.
9. Https://fr.wikipedia.org/wiki/explosion_par_vaporisation,BLEVE.