

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université M'hamed Bougara- Boumerdes

جامعة أمحمد بوقرة- بومرداس



Faculté des Hydrocarbures et de la chimie
Département : Génie des Procédés chimiques et
pharmaceutiques



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme :

Master 2

Présenté par

MAMOURI Issam
HACHELAF Dia Eddine Mostefa

Filière : Génie des procédés

Option : Hygiène Sécurité Environnement

**Évaluation de la Performances du Système de Détection Feu et Gaz
Basé sur la Cartographie 3D pour une Section du Complexe GP2/Z**

Devant le jury :

Mme. BENRAHOU Fatima Zohra	MCB	UMBB	Président
Mme. YOUNSI Feroudja	MCB	UMBB	Examineur
Mme. MAHDI Karima	MCB	UMBB	Encadrant

Année Universitaire : 2022/2023

Dédicaces

À mes chers parents bien-aimés,

Je les remercie pour leurs sacrifices, leur amour inconditionnel et leur soutien financier et moral. Leur présence et leurs efforts constants dans ma vie sont des trésors précieux. Je leur souhaite une vie longue et en bonne santé, et je les aime plus que tout.

À mes deux frères Alaa ddine et Mohamad Yassin bien-aimés,

Bien que nous puissions avoir des différences d'opinions et de perspectives, je tiens à leur dire que je les aime infiniment. Notre lien fraternel est plus fort que nos divergences, et je serai toujours là pour eux jusqu'à la fin.

À la famille les MAMOURI et les DJANNANE ,

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude et mon amour sincère envers chaque membre qui fait partie de notre famille. Votre soutien inébranlable, votre affection inconditionnelle et votre présence précieuse ont une empreinte sur ce que je suis aujourd'hui. Je suis profondément reconnaissant d'avoir la chance d'appartenir à une famille aussi merveilleuse et aimante. Mon amour pour vous tous est infini.

À mon binôme Hachelaf Mostapha ,

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude envers lui pour son écoute attentive et son aide précieuse. Sa générosité et sa disponibilité ont fait de lui un partenaire exceptionnel.

À tous mes précieux amis de bon coin,

Je tiens à exprimer toute ma gratitude et mon affection envers eux. Leur amitié précieuse et leur soutien inconditionnel ont enrichi ma vie de manière inestimable. Ensemble, nous avons partagé des moments inoubliables, ri, pleuré et grandi. Leur présence m'a apporté du réconfort et de la joie. Mes amis, je vous porte dans mon cœur et je suis reconnaissant d'avoir la chance de vous avoir à mes côtés. Je vous aime profondément.

À toute personne que je connais,

MAMOURI ISSAM

Dédicaces

À mes chers parents,

Vous êtes mes piliers, ma source d'amour et de soutien inconditionnel, je vous dédie toute ma gratitude et mon amour infini.

À mes deux frères, Louai et Yakine bien-aimés

Tu es mon roc, mon confident et mon inspiration, je te dédie tout mon amour et ma connaissance pour ta présence précieuse dans ma vie.

À ma chère famille HACHELAF et DEGHRAR ,

Vous êtes mon ancre, ma source de bonheur et ma plus grande fierté, je vous dédie tout mon amour et ma reconnaissance infinie pour les moments inoubliables et le lien indéfectible qui nous unit.

À mon précieux binôme, MAMOURI ISSAM,

Tu es bien plus qu'un partenaire de travail, tu es un ami sincère et un soutien inébranlable, je te dédie toute ma gratitude et mon respect pour notre collaboration exceptionnelle et les moments mémorables que nous avons partagés.

À mes chers amis,

Vous êtes ma famille choisie, mes rayons de soleil et mes complices de tous les instants, je vous dédie tout mon amour et ma reconnaissance pour les rires, les aventures et le précieux soutien que nous partageons.

HACHELAF MOSTAPHA DIA EDDINE

Remerciements

Tout d'abord, nous exprimons notre gratitude envers Dieu pour sa force et sa patience qui nous ont permis de rédiger notre mémoire de fin d'études. Nous sommes reconnaissants de sa présence constante dans nos vies, qui nous a aidés à surmonter les obstacles et à persévérer jusqu'à la fin. Sans son soutien et sa guidance, nous n'aurions pas réussi à atteindre ce jalon important de nos vies. Nous prions pour que Dieu continue à nous guider et à nous bénir dans nos parcours académique et professionnel.

Nous sommes reconnaissants envers Messieurs OUKIL Mohamed Imad Eddine et Fellahi Menaouer pour leur soutien exceptionnel lors de notre stage pratique à SONATRACH. Leur expertise et leur encouragement ont été d'une grande valeur pour nous. **Nous** souhaitons remercier chaleureusement BOUKRAA Mohamed El Amin et son équipe d'intervention

pour leur précieux soutien physique et moral durant notre stage. Nous avons grandement apprécié leur aide et leur encouragement tout au long de cette expérience.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers Docteur MAHDI Karima, notre encadrante et Adjoint chef de département chargé de la recherche scientifique pour sa gentillesse et son soutien moral précieux tout au long de notre stage pratique. Sa présence bienveillante et ses conseils avisés ont grandement contribué à notre réussite et à notre développement professionnel.

Nous exprimons notre profonde gratitude envers tous les enseignants de l'Université M'Hamed Bougera Boumerdes qui ont joué un rôle essentiel dans notre apprentissage et dans l'acquisition de connaissances tout au long de notre parcours universitaire. Leur dévouement, leur expertise et leur engagement envers l'éducation ont grandement contribué à notre développement académique et personnel. Nous leur sommes reconnaissants pour leur soutien constant et pour avoir partagé avec nous leur savoir et leur passion pour leurs domaines d'expertise.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers tous nos amis que nous avons rencontrés tout au long de notre parcours académique. Leur présence et leur accompagnement dans notre vie ont été inestimables. Leur soutien, leur encouragement et leur amitié ont rendu notre expérience universitaire plus enrichissante et significative. Nous sommes reconnaissants d'avoir pu partager des moments précieux, des rires, des défis et des réussites avec eux. Leur amitié restera gravée dans nos souvenirs et nous les remercions chaleureusement d'avoir été présents à nos côtés.

Sommaire :

Liste des figures

Liste des Tableaux

Liste des Abréviations

Introduction : 1

Chapitre I : Description du complexe GP2/Z..... 1

I.1 Introduction : 2

I.2 Historique Du Complexe Gp2/Z..... 2

I.3 Description du procédés : 4

I.3.1. Section séparation : 4

I.3.2. Section réfrigération 6

I.3.3. Section stockage 8

I.3.4. Explication du circuit d'huile : 10

Chapitre II : Etude sur la détection de F&G et impact environnemental des explosions et de fuite des gaz 12

II.1 Les explosions et les fuites de gaz dans les industries pétrolière et gazière 13

II.2 Les conditions de survenue et conséquence 13

II.2.1. Conditions de survenue 13

II.2.2. Conséquences potentielles : 14

II.3 Impact environnementale des fuites et explosions : 14

II.4 Généralités sur la détection automatique F&G : 15

II.4.1. Categories Detectors..... 16

II.4.2. Bruiteurs manuels (alarmes acoustiques) 18

II.5 Accidents survenus sur les installations du complexe de SONATRACH GP2Z : 18

II.6 Accidents survenus sur des installations similaires 20

Chapitre III : Normes et Méthodologie de travail 21

Première partie : Diagnostic de performance, évaluation du risque et philosophie d'implantation de système F&G 22

III.1 Introduction 23

III.2 Diagnostic des performances F&G..... 23

III.3 Evaluation quantitative des risques (Quantitative Risk Assesement) : 24

III.3.1. Présentation de la méthode QRA : 24

III.3.2. Philosophie d'implantation et de conception F&G : 25

Deuxième Partie : Etude approfondie de la dispersion du fluide..... 28

III.1 CALCUL DES FREQUENCES DE FUITE 29

III.1.1. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE 29

III.1.2. Segmentation schématique du process de la section 29

III.1.3.	Identification des paramètres de fonctionnement ainsi que les phases et taux du fluide spécifiques à chaque section et segment :	32
III.1.4.	Description de programme utilisé DNVLEAK 3.3 :	32
III.1.5.	Identification des segments composant la section de déshydratation :	33
III.1.6.	Calcul des fréquences de fuite de GPL de section déshydratation :	37
III.2	Etude de dispersion des fluides inflammables.....	39
III.2.1.	DEMARCHE OBSERVEE:	39
III.2.2.	Description du programme utilisé DNVGL PHAST v8.4 :	44
III.2.3.	Simulation par le modèle Gaussien PHAST :	44
III.2.4.	Description du logiciel Influx utilisé	47
III.2.5.	Simulation par le modèle influx :	48
III.2.6.	Définition du zonage de détection F&G de la section de déshydratation.....	53
Troisième partie : Evaluation de l'implantation actuelle.....		54
III.1	Introduction	55
III.2	Description de programme utilisé "DETECT 3D v2.54"	55
III.3	Implantation et calcul de couvrage actuels des détecteurs.....	55
III.3.1.	Détecteur de gaz	56
III.3.2.	Détecteur de flamme :	57
III.3.3.	Interpretation	58
III.3.4.	Discussion les résultats obtenus	59
Chapitre IV : Optimisation des performances de la détection F&G de la section de déshydratation.....		60
IV.1	Introduction	61
IV.2	Optimisation de la couverture de détection	61
IV.2.1.	Optimisation de la couverture de détection de flamme	64
IV.2.2.	Optimisation de la couverture de détection de gaz :	67
IV.3	Conclusion :	69
Conclusion générale.....		69
Bibliographies.....		71
Annexes		

Liste des figures :

Figure I.1: Schéma synoptique du complexe GP2/Z	4
Figure I.2: Schéma général du procédé de séparation du GPL.....	9
Figure I.3: Boucle d'huile chaude.....	10
Figure III.4: Schéma P&ID des entrées et sorties du coalesceur d'une section de déshydratation ..	30
Figure III.5: Schéma P&ID des entrées et sorties du Adsorbours d'une section de déshydratation	31
Figure III.6 : Segmentation de la section de déshydratation	33
Figure III.7: Onglet spécifique à la dispersion PHASTv8.4	38
Figure III.8: Rose des vents de la région du complexe GP2/Z	41
Figure III.9: Comportement d'un nuage de vapeur en contact avec un obstacle en présence d'un sol non-poreux et rugueux	43
Figure III.10: paramètre de GPL et d'installation qui présenté dans le software DNVGL PHAST v8.4.....	45
Figure III.11: Vue d'empreinte d'une fuite de 5mm et de vitesse de 5 m/s de la bride de raccordement au réseau de coalesceur et adsorbours	46
Figure III.12: Exemple de données de dispersion générées par le rapport de modélisation d'une fuite de 5mm de la bride 10" 440/6103 de déshydratation.....	47
Figure III.13: Interface des inputs de la modélisation CFD du software INSIGHT NUMERICS INFLUX v1.47	48
Figure III.14: Représentation 3D de la bride 440/6103 d'unité déshydratation.....	49
Figure III.15: modélisation CFD de la fuite de 5 mm de la bride de raccordement au réseau de coalesceur et l'adsorbours(side view)	49
Figure III.16: modélisation CFD de la fuite de 5 mm de la bride de raccordement au réseau de coalesceur et l'adsorbours (Top view)	50
Figure III.17: Schématisation de la distance nécessaire à la condensation du panache de GPL de la fuite de la bride	51
Figure III.18: Localisation de point bas des Vanne d'unité deshydratation.....	51
Figure III.19: modélisation CFD de la fuite de 5 mm de la vanne.....	52
Figure III.20: zonage de détection F&G de la section de désydratation	53
Figure III.21: Implantation actuels des détecteurs de gaz	55
Figure III.22: couvrage des détecteurs de gaz de section de déshydratation	56
Figure III.23: couvrage des détecteurs de gaz de section de déshydratation	56
Figure III.24: Implantation actuels des détecteurs de flamme	57
Figure III.25: Représentation longitudinale tridimensionnelle de l'allure géométrique du champ de vision intrinsèque du détecteur de flamme de l'aire de déshydratation.....	58

Figure III.26: Nuance des champs de vision effective du détecteur de flammes SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex.....	58
Figure IV.27: Le détecteur Honeywell SATRONIC Fire Sentry FSL100	62
Figure IV.28: Allure du champ de vision générée par INSIGHT DETECT 3D v2.54	63
Figure IV.29: nouveau plan 2D d’implantation des détecteurs de flamme	64
Figure IV.30: nouveau plan 3D d’implantation des détecteurs de flamme	64
Figure IV.31: le couvrage bidimensionnelle de nouveau détecteur (01).....	65
Figure IV.32: le couvrage bidimensionnelle de nouveau détecteur (02).....	65
Figure IV.33: cartographie tridimensionnelle du champ zéro couvrage(0ooN).....	66
Figure IV.34: cartographie tridimensionnelle du champ de couvrage optimisé.....	66
Figure IV.35: résultats cartographie générique	67
Figure IV.36: couverture de détection 3D de détecteur de gaz	67
Figure IV.37: cartographie montre le couvrage de nouveau détecteur acoustique.....	68
Figure IV.38: résultats cartographie générique	69

Liste des Tableaux :

Tableau I.1 : Mode de fonctionnement des deux adsorbants	5
Tableau II.2: Accident survenu sur les installations du complexe SONATRACH GP2/Z	19
Tableau III.3: Incohérences vis-à-vis des standards internationaux	27
Tableau III.4: Bilan de matière de l'entrée GPL des unités de déshydratation	32
Tableau III.5: fréquences de fuite des brides	34
Tableau III.6: fréquences de fuite des canalisations	35
Tableau III.7: fréquences de fuite des vannes	36
Tableau III.8: Degrés de stabilité Atmosphérique de l'échelle Pasquill	42
Tableau III.9: Facteurs de correction de modélisation par corrélation des classes de stabilité et rugosité du sol	43
Tableau III.10: facteurs qui caractérisent l'étude	45
Tableau IV.11: Augmentation de la couverture des fuites suivant le zonage	61
Tableau IV.12: Classification des zones dangereuses du complexe GP2/Z.....	62
Tableau IV.13: nouveau plan d'implantation des détecteurs de gaz	69

Liste des Abréviations :

API : automatisation de l'industrie programmable

ARIA : Analyse, bilan et information sur les accidents

ATEX : Atmosphère Explosive

AvgeYear: Moyenne par année

BLEVE : Explosion de vapeur en expansion de liquide bouillant

BP : Basse Pression

DCS : système de contrôle distribué

ESD : Arrêt d'urgence

FGS : système d'incendie et de gaz

GP2Z : Complexe 2 de séparation de gaz essence d'Arzew

GPL : Gaz pétrole Liquéfié

HAZOP : étude de danger et d'opérabilité

KV : Kilo Volte

LIE : Limite Inférieure d'Explosivité

LII : Limite Inférieure d'Inflammabilité

LSE : Explosivité Supérieure Limitée

P&ID : schéma de tuyauterie et d'instrumentation

PFD : Diagramme de flux de processus

SIS : Systèmes Instrumentés de Sécurité

Introduction :

Dans toute activité industrielle, des mesures de sécurité sont indispensables, elles visent l'élimination ou la réduction des dangers pour la santé des travailleurs et inaltération d'équipement et l'environnement. Grâce au développement de la technologie, les automates programmables industriels (API) sont utilisés pour faciliter la production et la sécurité. Ceci est fait par plusieurs systèmes qui appuient sur les API. Un de ces systèmes est le system de détection feu et gaz system. Les systèmes de protection feux et gaz sont des systèmes instrumentés de sécurité. La fonction principale de protection d'un système de protection feux et gaz est de réduire les risques, avant un incident. Le système doit, par exemple, faire gagner du temps afin de permettre aux personnes d'évacuer la zone sinistrée. Il doit aussi contenir L'incident, c'est-à-dire l'empêcher de s'amplifier, et permettre aux services de secours de l'évaluer la situation et de prendre les mesures appropriées. En surveillant les zones de procédé risquant de donner lieu à des incendies, à une accumulation de gaz inflammables ou à la formation de gaz toxiques. Les systèmes feux et gaz sont généralement des dispositifs autonomes, qui prennent les mesures requises au moment opportun. Avec la technologie moderne, de nombreuses entreprises utilisent une approche intégrée et interfacent le système de protection feux et gaz avec le système de l'arrêt d'urgence pour ordonner un arrêt d'usine si un événement dangereux se produit.

La problématique que ce mémoire aborde est donc la suivante : le système de détection automatique de feu et de gaz actuel utilisé dans les installations industrielles manipulant des gaz liquéfiés, des vapeurs inflammables et/ou toxiques est-il fiable ? Comment vérifier la fiabilité de ces systèmes ?

Comment améliorer la fiabilité de ces systèmes de détection de flamme et de gaz ?

Le présent travail a pour but de vérifier et corriger un système de détection de gaz et de fuite. Nous avons adopté une démarche méthodologique organisée comme suit :

- **Le premier chapitre** présente une description générale du complexe GP2Z Arzew.
- **Le deuxième chapitre** est consacrée à l'étude de détection F&G et l'impact environnemental des explosions et de fuite de gaz.
- **Le troisième chapitre** aborde les normes et les méthodologies de travail, ce dernier est divisé en trois parties à savoir :

Partie 1 : diagnostic de performance, évaluation du risque et philosophie d'implantation de système F&G.

Partie 2 : étude approfondie de la dispersion du fluide.

Partie 3 : Evaluation de l'implantation actuelle.

- **Le quatrième et dernier chapitre** on trouve l'optimisation des performances de la détection F&G de la section de déshydratation.

- Et enfin notre travail se termine par une conclusion générale.

Chapitre I :

Description du

complexe GP2/Z.

I.1 Introduction :

Le complexe GP2/Z relève de la Sonatrach, société nationale chargée du transport, du raffinage et de la commercialisation des hydrocarbures, laquelle a été créée le 31 Décembre 1963. Son organisation est basée sur les activités d'approvisionnement énergétique nationales, du développement et de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures.

Le complexe GP2/Z situé au nord-ouest du pays à 42 km d'Oran dans la commune de Béthioua. L'usine est conçue pour séparer le GPL en propane et butane commercial.

I.2 Historique Du Complexe Gp2/Z

Le complexe GP2/Z a presque trente (30) ans d'existence. Le projet de construction a été lancé en mille neuf cent soixante-dix (1970) par la compagnie anglaise CJB.

Les dates importantes à retenir sont :

- **1973** : Mise en service du complexe destiné à traiter une charge de 4 millions de tonnes d'un mélange de condensât / GPL.
- **1984** : Arrêt du complexe suite à la mise en service des unités de stabilisation du condensât au niveau des champs de Hassi R'Mel et de Hassi Messaoud.
- **1990** : Redémarrage du complexe après la reconversion de son procédé de rebouillage pour le traitement d'une capacité de 0,6 million de tonne par an.
- **1996** : Extension du complexe pour traiter une capacité de 1,2 million de tonnes de GPL par an. De plus, des travaux de modification ont été réalisés tels que :
 - ✓ la reconversion des deux (02) colonnes de séparation de condensat /GPL en colonnes de dépropanisations;
 - ✓ la mise en place des rebouilleurs au niveau des colonnes reconverties et adaptation de leurs boucles de régulation ;
 - ✓ la rénovation des aéroréfrigérants et des compresseurs du système boil off ;
 - ✓ la construction d'une nouvelle salle de contrôle et remplacement des instruments de contrôle pneumatique par le système DCS ;
 - ✓ la rénovation des turbines à gaz, des bras de chargement, des compresseurs d'air, des postes électriques HT et MT ;
 - ✓ l'implantation d'une nouvelle unité de déshydratation de la charge.
- **1999** : Extension de la capacité de traitement du complexe pour traiter 1,8 million de tonne par an. Lors de cette extension, plusieurs travaux de modification ont été réalisés comme :
 - ✓ le remplacement des plateaux des colonnes de séparation de GPL par des plateaux dont le rendement est supérieur ;
 - ✓ l'installation de nouveaux ballons séparateurs et des échangeurs de chaleur de grande capacité au niveau de la zone de réfrigération ;
 - ✓ le remplacement des pompes de circulation du fluide caloporteur et des pompes de charge de GPL par des pompes de plus grande capacité.

- **2000** : Projet d'extension : la capacité de production devait être portée à 2,5 millions de tonnes. L'étendue du projet d'extension devait se limiter aux réalisations suivantes :
 - ✓ une unité supplémentaire de séparation de GPL de 160 T/h ;
 - ✓ l'installation d'une nouvelle unité de réfrigération ;
 - ✓ l'augmentation de la capacité du stockage des produits réfrigéré ;
 - ✓ l'extension du réseau électrique basse tension ;
 - ✓ l'installation d'un nouveau four de gasoil ;
 - ✓ une nouvelle unité de déshydratation.

Suite à un incident survenu au niveau du mot-compresseur en date du 24/07/2003, il a été décidé IHI/ITOCHU pour la sécurisation et la fiabilisation du complexe. Ce prestataire a procédé aux modifications suivantes :

Au niveau de la section de stockage de la charge GPL :

- ✓ Montage d'une nouvelle sphère de stockage tampon 420/6105G.
- ✓ Installation de nouvelles vannes XV au niveau de déshydratation de la charge GPL pour la séquence de régénération.

Au niveau de la section séparation :

- ✓ Installation de nouvelles vannes de refoulement des motopompes GPL.
- ✓ Calorifugeage de la partie supérieure des deux splitter A&B.
- ✓ Délocalisation de trois motopompes de la charge GPL.
- ✓ Mise en place de deux nouveaux filtres en aval des sécheurs de la déshydratation du propane commercial.
- ✓ Délocalisation des quatre motopompes de reflux de l'intérieur vers l'extérieur des trains de séparation.

Au niveau de la section de réfrigération :

- ✓ Installation de vannes de niveau LV pour réguler le niveau de propane réfrigérant des Au niveau du système de chauffage d'huile TORADA TC :
- ✓ Montage de la motopompe 425/6215E d'huile chaude pour alimenter le circuit du fluide caloporteur.
- ✓ Montage d'un nouveau four 401/6201D pour huile TORADA TC.

I.3 Description du procédés :

Le procédé comprend trois sections : *séparation, réfrigération et stockage* auxquelles il faudra ajouter la boucle du fluide caloporteur.

SCHEMA DE PRINCIPE DE PROCEDE GP2/Z

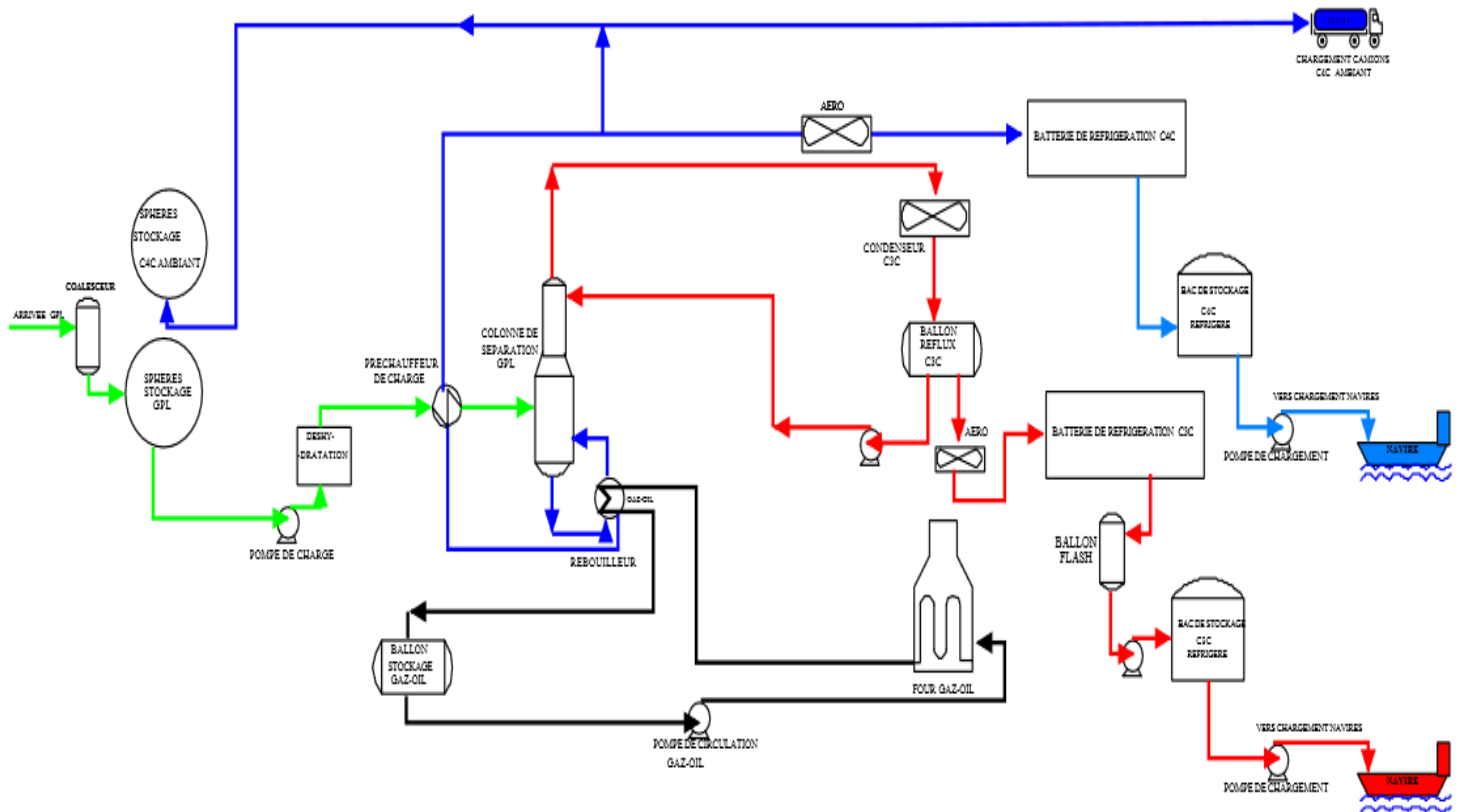


Figure I.1: Schéma synoptique du complexe GP2/Z

I.3.1. Section séparation :

I.3.1.1. Stockage tampon

La charge de GPL, en provenance des champs sahariens, est réceptionnée au niveau d'une station de détente (stockage tampon). Cette section a pour fonction de recevoir le GPL et de le stocker dans les sphères de charge avant de l'envoyer vers la section de déshydratation qui constitue la phase suivante du traitement. Elle comprend deux sphères A/B d'une capacité de 1100 m³ chacune et 04 pompes de charge A/ B/ C/ D. Chaque sphère comporte 02 soupapes : les soupapes sont tarées à 16 bar pour la sphère A et à 11,2 bar pour la sphère B. Le GPL est stocké à température ambiante et à la pression de 8 bars. En cas d'augmentation de pression, la vanne s'ouvre vers torche via le ballon de combustible.

I.3.1.2. Déshydratation

L'unité de déshydratation a été conçue pour sécher le produit GPL jusqu'à une teneur en eau inférieure à 1 ppm. Cette section est constituée par les équipements suivants :

- ✓ un coalescateur d'alimentation ;

- ✓ deux sécheurs (adsorbeurs) A/B ;
- ✓ deux filtres de GPL A/B ;
- ✓ un préchauffeur des gaz de régénération ;
- ✓ un aérocondenseur des gaz de régénération ;
- ✓ un séparateur des gaz de régénération.

La déshydratation a pour but d'éliminer l'eau libre et l'eau dissoute et ce, afin d'éviter la formation d'hydrates au niveau des équipements en aval. En effet, le procédé nécessite l'abaissement de la température en dessous de 0 °C, ce qui exclut toute présence d'eau dans les installations.

Le produit GPL, aspiré par les pompes, est acheminé sous contrôle de débit vers le coalesceur où la plus grande quantité de l'eau libre est éliminée de la charge GPL par coalescence des gouttelettes d'eau en suspension à travers les éléments filtrants puis séparées par gravité. L'eau est admise dans le ballon de décantation incorporé en bas du coalesceur, ensuite drainée à l'atmosphère sous contrôle de niveau via le ballon de purge qui sert à évacuer le gaz entraîné.

Les adsorbeurs contiennent un lit de tamis moléculaire qui est utilisé pour le séchage du GPL en provenance du coalesceur. Le principe de la déshydratation se fait par adsorption de certaines molécules (les molécules d'eau) et le rejet des molécules plus grosses (les molécules de GPL). Les molécules d'eau étant polaires, elles sont fortement attirées vers le tamis moléculaire ; par contre, les molécules non polaires (de GPL) traversent librement le sécheur. Lors du passage de la charge de GPL à travers le lit du tamis moléculaire, l'eau est adsorbée, ensuite éliminée par la chaleur durant le cycle de régénération (voir Tab. III.1).

Tableau I.1 : Mode de fonctionnement des deux adsorbeurs

Séquence	Temps	Vannes ouvertes
1. Drainage du GPL	02 heures	Pour le drainage Injection Fuel gaz
2. Chauffage	8.5 heures	Entrée Fuel gaz chaud Sortie Fuel gaz chaud
3. Refroidissement	5.5 heures	Entrée Fuel gaz froid Sortie Fuel gaz froid
4. Remplissage	02 heures	Sortie Fuel gaz vers torche
5. Stand By	06 heures	Aucune
Total	24 heures	

L'unité de séparation a été conçue pour séparer le mélange de la charge de GPL en propane commercial comme produit de tête de colonne, et en butane commercial comme produit de fond de colonne.

Elle est constituée de 02 trains (02 splitters) A/B, comprenant les équipements suivants :

- ✓ une colonne de séparation de 46 plateaux ;
- ✓ un préchauffeur de la charge GPL ;
- ✓ une batterie d'aérocondenseurs ;
- ✓ un ballon de reflux ;
- ✓ deux pompes de reflux ;
- ✓ un rebouilleur

Avant d'arriver à la colonne de séparation, la charge GPL se trouve à une pression de 22,5 bar et passe par le préchauffeur A où elle est préchauffée par le butane venant du fond de la colonne de dépropanisation. La température d'entrée du GPL est réglée par la vanne qui se trouve sur la ligne de sortie du butane en fond de colonne qui by-pass le préchauffeur A : plus le GPL est froid et plus la vanne aura tendance à se fermer pour permettre à un maximum de butane chaud de passer à travers le préchauffeur A et vice versa. Le débit d'entrée du GPL est, quant à lui, contrôlé par un indicateur de contrôle de débit.

Le courant de GPL venant du préchauffeur A entre dans la colonne au niveau du plateau d'alimentation n°24. Les hydrocarbures légers se séparent du courant d'alimentation et s'élèvent vers le sommet de la colonne à contre-courant d'un reflux continu de propane. Le propane commercial extrait comme produit de tête de distillation est condensé en totalité au niveau des aérocondenseurs. La pression de tête de la colonne est contrôlée par les deux vannes qui se trouvent en amont des aérocondenseurs. Lorsque la pression de tête de la colonne augmente, l'une des vannes s'ouvre et l'autre se ferme de façon à ce que le propane passe par les aérocondenseurs et, inversement, lorsque la pression de tête de la colonne chute de façon à ce que le propane by-passe par les aérocondenseurs. Lorsque la pression ne peut plus être réglée par les deux vannes, le contrôleur de pression s'ouvre vers le réseau de torche. La colonne est dotée également de deux soupapes tarées à 25 bars qui déversent vers torche en cas de surpression excessive. Le ballon de reflux est également muni d'une soupape tarée à une pression de 25 bars.

Le propane provenant du ballon de reflux est aspiré par l'une des pompes de reflux A/B. Une partie est réintroduite en tête de colonne comme reflux dans la colonne. Le débit de reflux est contrôlé par l'indicateur de contrôle de débit. L'autre partie de propane va s'écouler vers la réfrigération via la vanne de régulation de niveau qui permet de maintenir un niveau liquide dans le ballon de reflux.

Le liquide du fond de colonne (butane) pénètre dans le rebouilleur A où il se vaporise partiellement. La partie vaporisée retourne vers la colonne en dessous du 46ème plateau (le dernier) comme rebouillage vapeur alors que l'autre partie du butane s'écoule vers la réfrigération via la vanne de régulation de niveau qui permet de maintenir un niveau liquide dans le rebouilleur. C'est ce butane produit en fond de colonne qui permet de préchauffer le GPL en passant du côté calandre dans le préchauffeur A.

I.3.2. Section réfrigération

I.3.2.1. Réfrigération des produits

La section réfrigération a pour objet de refroidir les produits propane et butanes commerciaux à leurs

températures de stockage respectives soit - 45 °C pour le propane et - 15 °C pour le butane à la pression atmosphérique. Le système de réfrigération est un système en cascade qui utilise du propane pur comme agent réfrigérant. Le refroidissement est effectué à l'aide d'une boucle fermée à trois niveaux de températures 11,8/ - 16,9 et - 40,3 °C, correspondant à la pression haute (6 bar), moyenne (1,8 bar) et basse (0,5 bar).

I.3.2.2. Circuit propane commercial

Le propane commercial provenant des deux ballons de reflux A pour le train A et le B pour le train B est acheminé sous contrôle de niveau vers l'aéroréfrigérant, puis il entre dans le réfrigérant (chiller) de l'étage HP à une température de 40 °C et sort à une température de 14,3 °C. A la sortie du chiller, le produit passe par la déshydratation de garde conçue pour le séchage du propane commercial. La teneur de ce dernier doit être inférieure à 1 ppm à la sortie de la déshydratation afin d'éviter toute formation d'hydrates (cause de bouchage) puis le produit passe à l'étage MP à travers un 2ème chiller, d'où il sort à une température de -14,6°C. Le propane commercial passe ensuite à l'étage BP de réfrigération à travers un 3ème chiller d'où il sort à une température de -37,7 °C.

Le produit réfrigéré, passe alors par le ballon flash (ballon de détente) qui n'est pas le cas actuel où il est détendu à 0.4 bar pour atteindre la température de -45 °C qui n'est autre que la température de stockage du produit fini au niveau du bac de stockage du propane réfrigéré. Le produit est finalement expédié vers le bac de stockage au moyen d'une pompe.

I.3.2.3. Circuit du butane commercial

Le butane commercial produit au fond des deux colonnes de dépropanisation est acheminé sous contrôle de niveau vers l'aéroréfrigérant. Il entre ensuite au niveau de l'étage HP du chiller à une température de 40 °C et sort à une température de 14,6 °C. Le produit est admis ensuite à l'étage BP au niveau du chiller d'où il sort à une température de -11 °C puis il est acheminé vers le bac de stockage de butane où une température de -15 °C.

Le butane ambiant, quant à lui, est obtenu en envoyant une partie du produit sortant de l'aéroréfrigérant vers les sphères de butane ambiant. Les sphères de butane ambiant sont maintenues à pression de 8 bar au moyen de la vanne de pression qui fait partie du circuit fuelgaz.

Le butane commercial à la sortie de l'aéroréfrigérant se dirigera vers les sphères de butane ambiant ce qui permet le remplissage de ces dernières.

I.3.2.4. Boucle de réfrigération au propane

Le propane pur est stocké dans le ballon de propane réfrigérant à une pression d'environ 16 bars et à une température avoisinant 40 °C. Le ballon est muni de deux soupapes de sécurité tarées à une pression de 18,2 bars. Le ballon alimente sous contrôle de niveau les deux chillers haute pression du côté calandre.

Le produit réfrigérant passe ensuite par la vanne contrôle de niveau (1) pour alimenter le côté calandre du chiller (A) et par la vanne (2) pour alimenter le côté calandre du chiller (b). La détente a lieu en aval des deux vannes de contrôle de niveau de sorte que le propane pur entre respectivement dans les deux chillers à une pression de 6 bar et à une température de 11,8 °C.

Le même système de contrôle de niveau est utilisé au niveau de la moyenne et la basse pression. Le chiller (A) alimente le chiller du 2ème étage de refroidissement du propane commercial et le chiller

(B) alimente le chiller du 2ème et dernier étage de refroidissement du butane commercial. Après détente le propane pur entre respectivement dans les chillers (A) et (B) à une pression de 1,8 bar et à une température de -16,9 °C. Chaque chiller est muni de soupapes de sécurité.

Au niveau du 3ème étage de réfrigération (BP), il n'y a que le propane commercial qui est refroidi, le butane ayant terminé son cycle de réfrigération.

A chaque étage, les vapeurs issues des chillers sont reprises par un turbocompresseur viades ballons séparateurs qui permettent d'éliminer toutes gouttelettes de liquide entraînées avec les vapeurs de propane.

Elles sont comprimées dans le compresseur centrifuge étagé entraîné par une turbine à gaz et refoulées vers les aérocondenseurs A/B pour être condensées puis renvoyées au ballon pour effectuer un nouveau cycle.

I.3.3. Section stockage

Cette section sert au stockage du propane et du butane commercial réfrigérés. Elle comprend deux bacs chacun est de 70 000 mètres cubes de capacité. Un bac de stockage du propane (420/6204) et un bac de stockage de butane (420/6205), mais aussi deux sphères d'une capacité 1115m³ chacune pour le stockage du butane ambiant.

Le propane commercial (C3C) arrive depuis le ballon 410/6102 de la boucle BOG. Le bac dispose de deux lignes, une pour l'azote qui sert à l'inertage en cas de travaux, et l'autre pour le fuel gaz qui chasse l'azote après l'utilisation et maintient une pression positive dans le bac. Quatre pompe (425/6104A-B-C-D) sont immergé dans le bac afin d'assurer l'expédition de propane vers les quais de chargement le rôle de la pompe 425/4104D est de refroidir la ligned'expédition du propane commercial d'une température froide de -40°C à -47°C.

Le bac de stockage de butane est identique à celui de propane, avec le même nombre de pompes immergées (425/6101A-B-C-D) sauf que ca température de stockage est supérieure à celle de propane (entre -10°C et -15°C).

Le butane ambiant de même composition que le butane commercial, est stocké dans les sphères 420/6501E-F qui ont une capacité de 1115m³.le butane est soutiré de puis l'aérocondenseur 405/6214.il est stocké à température ambiante mais à une pression supérieure à la pression atmosphérique variant entre 7 et 8,5 bars.

Deux systèmes séparés "BOG" (gaz d'évaporation au boil off gas) existent pour la récupération des vapeurs issues des bacs de stockage propane/butane.

Les vapeurs provenant du bac de stockage de propane 420/6104 et le gaz provenant du ballon de détente du propane produits sont comprimées à 0,7 MPas eff. Au niveau des deux compresseurs centrifuges (430/6101E/D), partiellement liquéfié dans les chillers 405/6107.

Le propane liquide obtenu passe par le séparateur 410/6105, une partie fait le retour pourle contrôle du niveau au bac de propane, l'autre partie est envoyée au préchauffeur de charge du deéthaniseur dans la section de deéthanisation, et la vapeur est récupérée comme gaz de dégagement.

Le propane liquéfié contenant C1 et C2 est pompé et envoyé à la section de deéthanisation pour éliminer C1 et C2 comme un fuel gaz et récupérer le produit propane.

I.3.4. Explication du circuit d'huile :

I.3.4.1. Boucle d'huile chaude :

L'huile chaude circulant à débit constant à travers les deux fours est réchauffée à une température de 190°C pour être répartie sur les trois rebouilleurs 405/6224 A/B et 405/6126. Le débit d'huile de chaque rebouilleur est contrôlé par des FIC qui fonctionnent en cascade selon la température de fond de chaque colonne de séparation.

Les FIC-6216 ou FIC-6217 installés à la sortie de chaque four contrôlent le débit d'huile suivant les besoins thermiques exigés par les rebouilleurs.

La ligne de retour des deux rebouilleurs est 18 " par contre la ligne de retour du rebouilleur de la section de déethanisation est 8 ".

Un filtre est installé à l'aspiration des pompes de circulation d'huile chaude et le bouchage est détecté par l'indicateur de pression différentielle PDI 635I pour le nettoyage.

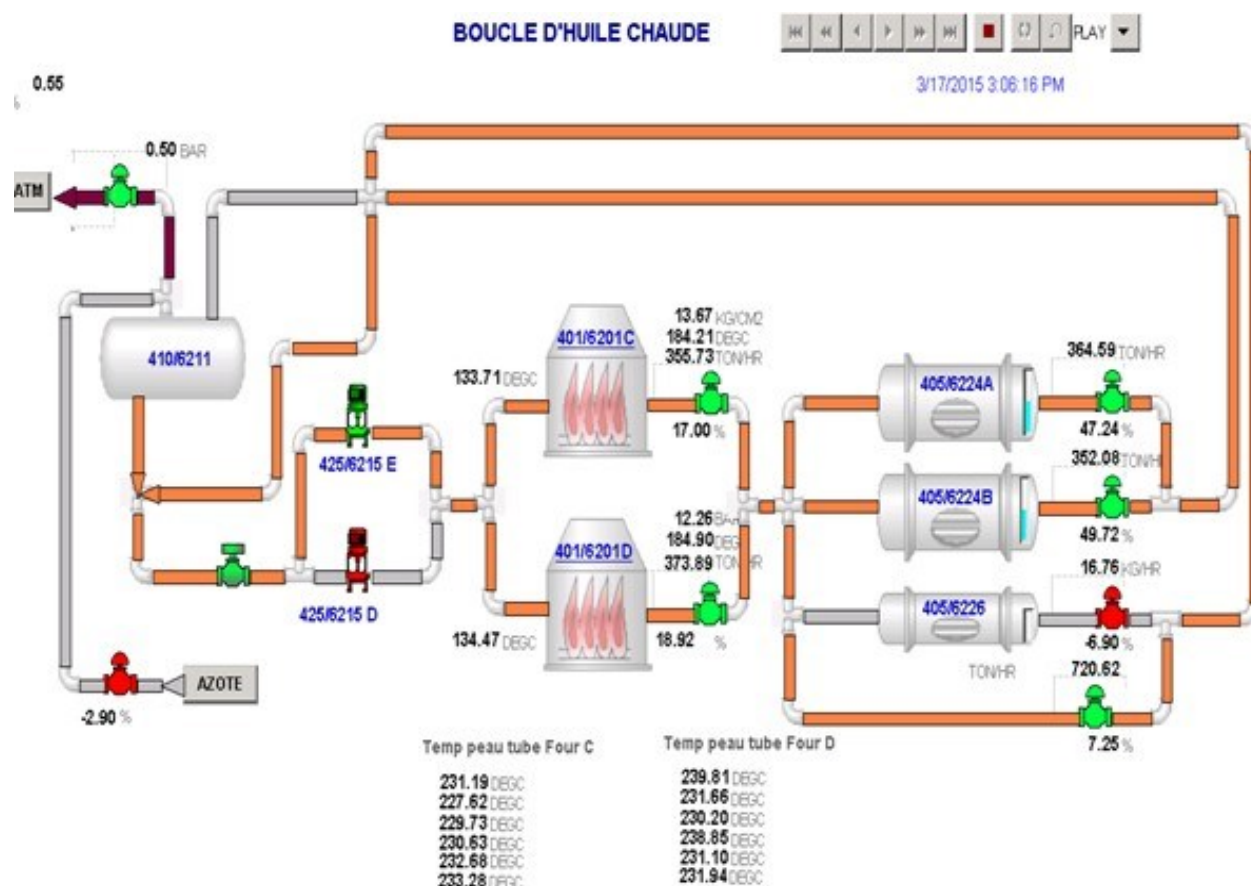


Figure I.3: Boucle d'huile chaude

I.3.4.2. Ballon d'expansion d'huile chaude

Le circuit d'huile chaude est en boucle fermée. Le ballon d'expansion est installé dans le système en considérant l'expansion d'huile chaude par la température.

Quand l'huile est chauffée à la température de service le volume accru est approximativement 24m³ par dilatation thermique. Le niveau normal de liquide est de 50% monte de 20% et atteint 70%

Le gaz inerte est alimenté au ballon d'expansion d'huile chaude par PIC6351 qui maintient également la pression de service (50 kPa) en injectant le gaz inerte pour la pressurisation par commande de partage.

Le ballon 410/6211 est équipé d'une soupape de sûreté PSV qui est tarée à une pression de 1.6kg/cm² afin d'éviter toute surpression du ballon.

Un détecteur de gaz LEL6503 B est prévu au point de décharge de gaz à l'atmosphère qui est destiné à détecter le gaz inflammable issu des tubes des rebouilleurs endommagés.

Une vanne d'arrêt de commande à distance HV 6401 qui permet d'actionner le système d'arrêt d'urgence pour arrêter l'alimentation d'huile vers les pompes en cas d'urgence.

I.3.4.3. Pompe de circulation d'huile chaude

La pompe de circulation d'huile chaude 425/6215D est de fabrication Flow Serve et l'autre 425/6215E de fabrication EBARA. Une seule pompe est mise en service pour véhiculer l'huile chaude vers les deux fours tandis que l'autre est en stand-by.

Le débit nominal de chaque pompe est de 1200 m³/h et 957000 kg/h à la température de service.

La ligne de recyclage de débit minimum pour les deux pompes de circulation est utilisée uniquement pour le démarrage de la boucle d'huile. Le débit de calcul de l'orifice RO-6401 est de 400 m³/h.

I.3.4.4. Four d'huile chaude :

Le complexe GP2Z dispose de deux fours 401/6201 C et D dont les capacités nominales sont respectivement 900.000 kg/h et 957.000 kg/h.

Les deux fours peuvent être mis en marche en parallèle. A la sortie de chaque four, le débit d'huile chaude est contrôlé par les vannes de contrôle dont les repères sont FIC 6216 (FV 6216) et FIC6217 (FV6217).

Si le débit d'huile de chaque four détecté par les FIC 6216 ou 6217 descend au-dessous de 100.000kg/h, le four est déclenché par le système ESD en fermant la vanne d'alimentation de gaz des brûleurs afin d'éviter un surchauffe des tubes.

Chapitre II : Etude de la détection de F&G et impact environnemental des explosions et de fuite des gaz

II.1 Les explosions et les fuites de gaz dans les industries pétrolière et gazière

Les explosions et les fuites de gaz sur les lieux de travail, en particulier dans l'industrie pétrolière, sont des préoccupations majeures en termes de sécurité industrielle. Ces incidents peuvent entraîner des blessures graves, des dommages matériels importants, des perturbations de l'environnement et même des pertes de vies humaines. Les risques d'explosions et de fuites de gaz peuvent être réduits grâce à la mise en place de mesures de prévention, de contrôles de sécurité et de bonnes pratiques de gestion des risques. [1]

Voici quelques causes courantes d'explosions et de fuites de gaz dans l'industrie pétrolière :

- **Défaillances des équipements :**

Les défauts dans les équipements tels que les réservoirs, les tuyaux, les vannes ou les pompes peuvent entraîner des fuites de gaz. Ces défaillances peuvent être dues à une usure, une corrosion, une mauvaise installation ou un entretien inadéquat.

- **Erreurs humaines :**

Les erreurs humaines, telles que des erreurs de manipulation des équipements, des erreurs de communication, des procédures de travail non respectées ou un manque de formation adéquate, peuvent contribuer aux accidents liés aux gaz.

- **Ignition sources :**

Les sources d'inflammation, telles que des étincelles, des flammes nues, des températures élevées, des arcs électriques ou des sources d'allumage non contrôlées, peuvent provoquer des explosions lorsque des fuites de gaz inflammables sont présentes.

- **Réactions chimiques :**

Certains processus chimiques dans l'industrie pétrolière peuvent générer des réactions dangereuses, des réactions exothermiques incontrôlées ou des produits chimiques instables, ce qui peut conduire à des explosions ou à des fuites de gaz toxiques.

II.2 Les conditions de survenue et conséquence

Les conditions de survenue et les conséquences des explosions et des fuites de gaz sur les lieux de travail, notamment dans l'industrie pétrolière, peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs. Voici quelques-unes des conditions courantes qui peuvent contribuer à ces incidents, ainsi que les conséquences potentielles associées :

II.2.1. Conditions de survenue

- **Fuite de gaz :**

Une fuite de gaz peut se produire en raison de défaillances d'équipement, de joints défectueux, de tuyaux endommagés, de vannes mal fermées, de conduites de gaz sous pression excessive, etc. [2]

- **Accumulation de gaz inflammables :**

Lorsqu'un gaz inflammable fuit et s'accumule dans un espace confiné ou mal ventilé, il peut atteindre une concentration explosive. [3]

- **Source Ignition :**

La présence d'une source d'inflammation, telle qu'une étincelle électrique, une flamme nue, une surface chaude, un arc électrique ou une réaction chimique, peut enflammer un mélange de gaz inflammables.

- **Conditions atmosphériques :**

Certaines conditions atmosphériques, comme les vents forts, peuvent influencer la dispersion du gaz et augmenter le risque d'explosion ou d'inhalation. [4]

II.2.2. Conséquences potentielles :

- **Explosion :**

Une explosion peut se produire lorsque le mélange de gaz inflammables et d'oxygène atteint des concentrations explosives et qu'une source d'inflammation est présente. Les explosions peuvent causer des dommages structuraux importants, blesser gravement les personnes présentes et provoquer des incendies secondaires.

- **Incendie :**

Les fuites de gaz inflammables peuvent entraîner des incendies qui se propagent rapidement, mettant en danger la sécurité des travailleurs, des installations et de l'environnement.

- **Inhalation de gaz toxiques :**

Les fuites de gaz toxiques peuvent entraîner une inhalation de substances dangereuses pour la santé humaine. Cela peut causer des problèmes respiratoires, des intoxications ou des effets néfastes sur le système nerveux.

- **Perturbations environnementales :**

Les fuites de gaz peuvent entraîner des déversements dans l'environnement, polluant les sols, les eaux souterraines ou les cours d'eau, et affectant la faune et la flore locale. [5]

- **Pertes matérielles :**

Les explosions et les fuites de gaz peuvent causer des dommages matériels importants aux installations, aux équipements, aux structures et aux infrastructures environnantes, entraînant des coûts de réparation élevés. [6]

II.3 Impact environnementale des fuites et explosions :

Les fuites et les explosions sur les lieux de travail, en particulier dans l'industrie pétrolière, peuvent avoir un impact environnemental significatif. Voici quelques-uns des impacts courants associés à ces incidents :

- **Pollution de l'air :**

Les fuites de gaz peuvent entraîner la libération de polluants atmosphériques tels que des gaz toxiques, des gaz à effet de serre et des particules fines. Ces substances peuvent contribuer à la pollution de l'air et avoir des effets néfastes sur la qualité de l'air, la santé humaine et les écosystèmes environnants. [7]

- **Pollution de l'eau :**

Les fuites de gaz peuvent contaminer les eaux de surface ou les eaux souterraines en cas de déversement dans des cours d'eau, des lacs, des rivières ou des nappes phréatiques. Cela peut avoir un impact sur la qualité de l'eau, entraîner la mort de la vie aquatique et rendre l'eau impropre à la consommation humaine ou animale. [8]

- **Perturbation des écosystèmes :**

Les explosions et les fuites de gaz peuvent causer des dommages directs aux écosystèmes environnants, détruisant la végétation, l'habitat des animaux et perturbant les chaînes alimentaires locales. Cela peut avoir des répercussions sur la biodiversité et les équilibres écologiques. [9]

- **Contamination des sols :**

Les explosions peuvent entraîner une contamination des sols, en particulier si elles sont associées à des déversements de produits pétroliers. Cela peut rendre les terres impropres à l'agriculture, réduire la fertilité des sols et nécessiter des mesures de décontamination coûteuses. [10]

- **Incendies et explosions secondaires :**

Les explosions initiales peuvent déclencher des incendies secondaires qui peuvent se propager et causer des dommages supplémentaires à l'environnement, notamment la combustion de végétation, la libération de fumées toxiques et la dispersion de particules dans l'air. [11]

- **Effets sur la faune et la flore :**

Les fuites et les explosions peuvent entraîner la mort ou la perturbation de la faune et de la flore locales, notamment les oiseaux, les poissons, les mammifères et les plantes. Cela peut avoir des conséquences à long terme sur les populations d'espèces et les écosystèmes.

Il est essentiel de prendre des mesures préventives et d'intervenir rapidement en cas de fuites ou d'explosions afin de minimiser l'impact environnemental. Cela comprend la mise en œuvre de procédures de gestion des risques, de systèmes de détection et de contrôle des fuites, de plans d'urgence, ainsi que de programmes de suivi et de réhabilitation environnementale pour minimiser les effets sur l'environnement. De plus, les entreprises doivent se conformer aux réglementations environnementales en vigueur et travailler à améliorer continuellement leurs pratiques pour réduire les risques environnementaux liés à leurs opérations. [12]

II.4 Généralités sur la détection automatique F&G :

Afin de protéger les biens et, le cas échéant, la vie, on peut installer des systèmes de protection par détection du feu et alarme qui rempliront un certain nombre de fonctions différentes :

- détection et localisation d'un feu ;
- fourniture d'une assistance pour confiner et/ou éteindre le feu ;
- procédures d'évacuation de secours ;
- appel aux services de lutte contre le feu.

Il convient de noter qu'un système de détection d'incendie et d'alarme ne peut rien faire pour réduire l'incidence des feux.

Il peut cependant diminuer le temps qui s'écoule entre l'inflammation et la lutte contre le feu proprement dit. Un système d'alarme satisfaisant pour la protection des biens détectera automatiquement le feu à son départ, déclenchera une alarme effective en temps utile pour appeler les services de lutte contre le feu et en indiquer l'emplacement. Une alarme au plus près du départ de feu renforce la sécurité du personnel en augmentant ses chances d'évacuation.

Compte tenu du risque de feu et des mesures prises pour réduire l'importance du danger qui en découle, la rapidité de détection est le premier critère à prendre en considération, suivi de l'activation des mesures d'extinction.

Les dispositifs de détection font partie des systèmes de détection automatique d'incendie et d'alarme. Ces systèmes supervisent en permanence, ou à fréquents intervalles, les caractéristiques physiques et/ou chimiques d'une zone (tranche) protégée contre le feu.

La fonction des détecteurs est de repérer les feux dès que possible, d'activer les alarmes au moyen d'équipements de commande et de signalisation, de prendre des mesures pertinentes afin d'éteindre les éventuels départs de feu, d'évacuer le personnel et d'alerter les services de secours et de lutte contre le feu. Ces détecteurs fonctionnent en liaison directe avec les équipements d'alarme au feu et avec les systèmes automatiques d'extinction du feu, afin de minimiser les dommages causés par le feu. [13]

II.4.1. Categories Detectors

Pour prévenir les explosions et les fuites de gaz, les entreprises de l'industrie pétrolière mettent en œuvre plusieurs mesures, notamment :

Effectuer des inspections régulières des équipements et des systèmes de tuyauterie pour détecter les signes de défaillance ou de corrosion.

Mettre en place des programmes d'entretien préventif pour assurer le bon fonctionnement des équipements.

Former le personnel sur les procédures de sécurité, les pratiques de travail sécuritaires et la manipulation des produits chimiques.

Utiliser des systèmes de détection de gaz pour surveiller les concentrations de gaz inflammables ou toxiques dans les zones de travail.

Établir des procédures d'urgence et des plans d'évacuation en cas d'incident.

Mettre en place des contrôles de sécurité, tels que des systèmes de suppression des incendies, des dispositifs de décharge électrostatique et des dispositifs de confinement.

Cependant, il est important de noter que la prévention des explosions et des fuites de gaz est un domaine complexe qui nécessite une expertise spécialisée et une conformité aux réglementations et aux normes de sécurité en vigueur dans chaque pays. [14]

II.4.1.1. Détecteurs automatiques

Selon leurs caractéristiques fonctionnelles (techniques de détection utilisées) et leurs caractéristiques technologiques (Identification discrète ou détection à seuil variable), les détecteurs à installer sont classés comme suit :

- **Détecteurs de chaleur**

Ces détecteurs sont classés comme suit, selon leur type de capteur thermique :

- **Détecteurs à température fixe**

Ces détecteurs sont conçus pour fonctionner lorsqu'ils atteignent un seuil de température présélectionné ;

- **Détecteurs de gradient (dérivée) thermique**

Ces détecteurs sont conçus pour fonctionner lorsque la température ambiante augmente de façon anormalement rapide ;

- **détecteurs mixtes**

Ces détecteurs sont conçus pour réagir à des feux se développant aussi bien très lentement que rapidement.

- **Détecteurs de fumée**

Ces détecteurs sont classés comme suit, selon leur type de capteur :

- *détecteurs de fumée à chambre d'ionisation*

Ces détecteurs réagissent à la chute d'intensité d'un courant électrique passant entre les électrodes d'une chambre d'ionisation lorsque des particules de fumée pénètrent dans la chambre. Ils sont particulièrement sensibles aux fumées contenant de petites particules, comme celles qui sont produites lors de feux à combustion rapide.

- *détecteurs optiques de fumée*

Ces détecteurs réagissent à la dispersion ou à l'absorption de la lumière provoquée par des particules de fumée. Ils sont sensibles aux grandes particules se trouvant dans les fumées à forte densité optique qui sont produites par des feux charbonnants.

- *détecteurs volumétriques ou à faisceau*

Ces détecteurs exploitent le principe de l'obscurcissement optique et ne détectent la présence de fumée que dans une petite partie du faisceau. Certains détecteurs de fumée à faisceau optique peuvent également réagir à la turbulence thermique due à un feu, en détectant la réfraction du faisceau à des interfaces de turbulence entre air chaud et air froid.

- **Détecteurs de flammes**

Ces détecteurs sont classés comme suit, selon leur type de capteur [15] :

- **détecteurs de rayonnement ultraviolet**

Ces détecteurs font appel à des cellules sensibles au rayonnement ultraviolet qui reçoit les photons du feu soit directement soit par l'intermédiaire de lentilles ou de réflecteurs incorporés.

- **détecteurs de rayonnement infrarouge**

Ces détecteurs font appel à des cellules sensibles au rayonnement infrarouge qui reçoit les photons du feu soit directement soit par l'intermédiaire de lentilles ou de réflecteurs incorporés. Ils sont conçus pour réagir au rayonnement intermittent qui est émis par le type de flamme à diffusion que l'on constate normalement dans les incendies.

- **Détecteurs adressables**

Ces éléments constituant du système d'alarme incendie ont une identification discrète qui permet d'identifier leur statut individuellement ou qui est utilisée pour commander individuellement d'autres fonctions.

- **Détecteurs intelligents**

Ces détecteurs ont la capacité de modifier automatiquement leur seuil de détection en fonction des conditions ambiantes.

II.4.1.2. Détecteurs manuels

Ces dispositifs à fonctionnement manuel (points d'alerte manuelle) sont placés dans les bâtiments parce qu'ils permettent de donner l'alerte plus tôt que le système automatique de détection-alarme, si le personnel est présent lors du départ d'un feu. [15]

II.4.2. Bruiteurs manuels (alarmes acoustiques)

Des bruiteurs peuvent être utilisés manuellement pour donner une alarme de feu.

Lorsque d'autres parties du bâtiment ne sont pas susceptibles d'être affectées par le feu, le système peut être disposé de manière que les bruiteurs ne soient activés que manuellement dans la zone de feu et dans les zones adjacentes afin d'en évacuer le personnel vers les zones sûres. [16]

II.5 Accidents survenus sur les installations du complexe de SONATRACH GP2Z :

Pour l'analyse des risques Sonatrach a retenu trois incidents marquants et ces incidents ont fait l'objet d'un rapport d'analyse détaillée. La synthèse de ces rapports ainsi que les recommandations retenues par le groupe de travail lors des séances d'analyse des risques sont reprises dans le tableau suivant [17] :

Tableau II.2: Accident survenus sur les installations di complexe SONATRACH GP2/Z

Description de l'accident	Analyse de l'accident	Dispositions sur le complexe de GP2Z
Incident du 24/07/2003 Une fuite se produit au niveau d'une bride de la canalisation d'aspiration BP d'un moto-compresseur, suivi d'un incendie. Les moyens d'intervention interne ont permis de maîtriser l'incendie.	<u>Phénomène physique</u> Incendie suite à fuite GPL <u>Événement initiateur</u> Défaillance matérielle	Suppression du moto-compresseur. Taux de traitement de GPL revu à la baisse. (réduction du potentiel de dangers à la source)
Incident du 18/12/2003 Un incendie se produit au niveau des pompes de charge 425/6205A à 0h55. L'intervention des équipes de sécurité internes au site a réussi à maîtriser l'incendie. Les détecteurs de gaz et d'incendie n'ont pas fonctionné.	<u>Phénomène physique :</u> Incendie suite à fuite GPL <u>Événement initiateur :</u> Défaillance matérielle et humaine (défaut de vérification et d'entretien des détecteurs)	Remplacement des détecteurs défectueux. Programme d'entretien et de tests réguliers des détecteurs.
Incident du 29/10/2008 Fuite au niveau d'un joint de soudure d'une soupape de sécurité. Au moment du démarrage du turbocompresseur A, une alerte par VHF a été déclenchée pour signaler une fuite de gaz au niveau du by-pass 1'' de la soupape de sécurité RV6248 A/B qui protège la conduite du GPL préchauffé 10'' D3T 9040 PX H50. Cette fuite met en cause un défaut de soudure lors des travaux effectués par IHI dans le cadre du projet de sécurisation et fiabilisation du complexe où les contrôles radiographiques n'étaient effectués qu'à 20 % d'après le contrat. Ce défaut a entraîné une fuite de GPL non enflammée et un arrêt d'urgence.	<u>Phénomène physique</u> : Fuite de GPL non enflammée <u>Événement initiateur</u> : Erreur humaine (vérifications non réalisées à 100%)	Recommandations : - Contrôle à 100% des soudures effectuées lors des travaux
Incident du 08/03/2009 Déversement liquide à partir de la torche BP et début d'incendie, Un arrêt d'urgence a été déclenché suite à la rupture de l'alimentation électrique 63 KV pendant 1h15, cet incident a provoqué un torchage important au niveau de la torche BP suivi d'un embrasement du bec et d'un déversement du liquide sur le sol à 1h18. Cet épandage a engendré un feu des herbes et déchets en bois. La situation maîtrisée par l'équipe d'intervention à 1h36. L'incident met en cause défaut de conception de la vanne de régulation de pression PV 6184 qui est sous-dimensionnée. Afin de compenser ce défaut, un by-pass a été maintenue partiellement ouvert. Ce by-pass n'a pu être fermé automatiquement lors de la coupure d'alimentation.	<u>Phénomène physique</u> : Fuite de liquide enflammé et incendie. <u>Événement initiateur</u> : Erreur humaine (vérifications non réalisées à 100%)	Recommandations : - Respecter la procédure de contrôle des by-pass : un by-pass ne doit pas être utilisé en situation normale - Remplacement de la vanne PV6184 par une vanne correctement dimensionnée en termes de débit et de pression - Monter un filtre à particules pour protéger cette vanne

II.6 Accidents survenus sur des installations similaires

Le GPL a donc une longue histoire, marquée par des progrès technologiques mais également par des accidents majeurs qui ont notamment fait évoluer les techniques et pratiques autour du GPL.

La survenue de ces incidents et accidents est fortement liée aux caractéristiques physico-chimiques du GPL, qui est un gaz inflammable et explosif. Les phénomènes dangereux à craindre sont :

- un feu torche (ou feu de nappe),
- une explosion de gaz ou de vapeurs,
- BLEVE .

Les accidents majeurs s'étant produits dans d'autres unités à travers le monde seront présentés et analysés. Cette analyse portera sur les installations de stockage et de conditionnement, et aussi sur les installations de traitement de GPL.

- **Description de l'accident 1 :**

ARIA N° 36310 Le 25/06/2009 - FRANCE - PORT-LA-NOUVELLE

Dans un dépôt de GPL de 1 250 m³, une fuite de propane se produit vers 14h45 sur une vanne de purge d'une des pompes des 3 réservoirs sous talus (2 x 500 m³ + 1 x 250 m³) mis en service début juin en remplacement de 3 sphères aériennes ; le jet vertical de gaz (7 bar), de 6 à 8 m, s'enflamme en moins de 5 s. Le chef de centre voit le feu depuis son bureau et active un arrêt d'urgence extérieur qui ferme le clapet de fond des réservoirs et les vannes d'isolement. Le POI est déclenché et les secours publics sont alertés à 14h50 ; le protocole d'entraide est activé avec les entreprises pétrolières voisines qui mettent à disposition du matériel incendie. Le personnel du dépôt, puis les pompiers arrivés 10 min après l'alerte, refroidissent les installations voisines (nappe de tuyauteries et pomperie) avec des canons et des lances. La fuite enflammée perdure 35 min, temps nécessaire pour brûler le propane présent dans la canalisation de 250 mm de diamètre et de 20 m de long entre la vanne de sectionnement en soutirage du réservoir et le point de fuite. Après extinction, la vanne de purge est refermée manuellement ; le POI est levé à 15h40. Aucun blessé n'est à déplorer ; les eaux de refroidissement ont été confinées sur le site. La fuite de gaz est estimée à 350 kg. [...] Un sous-traitant, sans respecter la consigne de travail en hauteur, monte et se déplace sur la tuyauterie d'alimentation de la pompe pour "souffler" des poussières en hauteur. Il heurte avec le pied la vanne de purge ¼ de tour installée sur un piquage ½ pouce, orientée vers le haut, provoquant la fuite qui s'enflamme ; la vanne pouvait être facilement ouverte, sans redondance de sécurité. Une décharge électrostatique est vraisemblablement à l'origine de l'inflammation du gaz ; le plastique de protection n'était pas compatible pour une utilisation en zone ATEX. [17]

- **Analyse de l'accident 01 :**

Phénomène physique :

Fuite enflammée sur vanne de purge

Événement initiateur :

Erreur humaine durant travaux Pas de vérification périodique de sécurité sur la vanne Plastique non adapté pour une zone ATEX

- **Dispositions sur le complexe de GP2Z :** Système de Gestion de la Sécurité : plans de prévention avant toute intervention sur le complexe. Procédures de travaux

- **Description de l'accident 02 :**

ARIA N° 35064 Le 25/07/2008 - FRANCE – BOLLENE

Une fuite de gaz se produit à 22h20 au niveau de la garniture d'une pompe à l'arrêt dans un centre emplisseur de GPL. Un détecteur situé à proximité déclenche l'alarme. Pour arrêter cette légère fuite de quelques centaines de grammes, le puits de la pompe est dégazé dans le stockage de butane et la pompe est isolée électriquement et mécaniquement dans l'attente de l'intervention du service de maintenance du site. Aucune conséquence environnementale n'est signalée. L'inspection des installations classées demande à l'exploitant un rapport d'accident. La mairie et la préfecture ont été informées de l'incident. [17]

- **Analyse de l'accident 02 :**

Phénomène physique: fuite de gaz

Événement initiateur : Fuite garniture mécanique de pompes

- **Dispositions sur le complexe de GP2Z :**

- Surveillance des dispositifs de contrôle d'étanchéité des pompes : Niveau et température du lubrifiant,
- contrôle du différentiel de pression. Procédé : limiter les causes de détérioration des garnitures (surcharge, contamination, etc)

Chapitre III :

Normes et

Méthodologie de

travail

Première partie :

Diagnostic de performance, évaluation du risque et philosophie d'implantation de système F&G

III.1 Introduction

Le système F&G actuellement implémenté présente en effet pour des raisons d'obsolescence due à l'absence de normes et standards régissant la performance des F&Gs des lacunes résidant dans les philosophies opératoire et d'implantation, nous citerons pour exemple ;

L'adoption d'une approche purement qualitative basée sur le zonage ATEX ne mettant pas en cause une quelconque quantification des risques pour l'implantation des détecteurs

Ils sont souvent désavantagés par deux défauts principaux :

Le premier défaut est que les FGS sont souvent incapables de détecter les dangers en raison d'un nombre insuffisant de détecteurs ou de détecteurs mal situés. Cela était dû, du moins en partie, au manque de méthodes rigoureuses d'évaluation de la couverture des réseaux de détecteurs.

Le deuxième défaut est que la fréquence d'activation parasite relativement élevée. Le résultat est que beaucoup de FGS ont été contournés ou ignorés. Le problème de l'activation parasite était dû, en partie, à une sélection et à une installation médiocre des instruments ;

III.2 Diagnostic des performances F&G

Les systèmes de prévention des incendies et des gaz (F&Gs) font partie des garanties les plus largement utilisées, mais difficiles à concevoir, dans l'industrie pétrole et gaz.

Vu l'approche basée sur l'évaluation des risques pour la conception des F&Gs nous avons opté pour cette référence normative suivante : **ISA-TR84.00.07**, Guides pour l'évaluation de l'efficacité des systèmes d'incendie, de gaz combustibles et de gaz toxiques., pour la réalisation du diagnostic de performance du système de détection feu et gaz de la section de déshydratation du complexe GP2/Z. Les conceptions étaient traditionnellement mises en œuvre à l'aide de règles empiriques, d'heuristiques d'ingénierie ou par tâtonnement avant d'être énumérées sous forme de bonnes pratiques dans les normes citées.

Ces standards constitueront par la même occasion la pièce maitresse quant au choix des critères de performance du système F&G à diagnostiquer lors de cette étude.

La norme ISA-TR84.00.07 : La norme ISA-TR84.00.07 est une norme technique de l'International Society of Automation (ISA) qui décrit les principes et les pratiques de l'analyse des risques liés aux systèmes instrumentés de sécurité (SIS). Cette norme définit deux types de couverture pouvant être évalués : la couverture géographique et la couverture de scénarios. La couverture géographique est définie comme la fraction d'une zone géographique dans laquelle un dégagement de gaz ou un incendie serait détecté par des détecteurs de feu et de gaz respectivement à une altitude donnée ou pour un volume donné. La couverture de scénario, quant à elle, est la fraction des scénarios de dégagement de gaz ou d'incendie pouvant être détectés dans une zone surveillée. [18]

La norme ISA-TR84.00.07 fonctionne selon la méthode d'analyse des risques quantitatifs (**QRA**), qui utilise des techniques semi-quantitatives pour évaluer la couverture géographique et de scénario des systèmes de détection de gaz et de feu. Cette méthode permet d'évaluer la probabilité qu'un événement se produise et l'ampleur des conséquences associées, afin de déterminer les mesures de sécurité nécessaires pour minimiser les risques. Les résultats de l'évaluation de la couverture géographique sont généralement présentés sous forme de cartes codées en couleur, indiquant où les détecteurs peuvent détecter un incendie ou un dégagement de gaz. Les pourcentages de couverture

sont également fournis pour les zones surveillées qui n'ont pas de couverture, une couverture de détecteur ou deux ou plus de couverture de détecteur. [19]

III.3 Evaluation quantitative des risques (Quantitative Risk Assessment) :

III.3.1. Présentation de la méthode QRA :

Dans le cadre de la gestion des risques, l'évaluation quantitative des risques peut être utilisée pour contribuer à la conception, à l'exploitation ou à la réglementation des activités dangereuses. Elle peut être extrêmement utile de plusieurs façons, notamment pour :

Identifier les principaux facteurs contributeurs au risque. Cela aide à comprendre la nature des dangers et à suggérer des mesures de réduction des risques.

Définir des scénarios d'accidents potentiels dès la phase de conception. Ceux-ci peuvent être utilisés comme une base pour la gestion des crises et la planification des mesures de secours et d'évacuation en cas d'urgence.

Estimer les niveaux du risque et évaluer leur importance. Cela aide à décider si les risques doivent être réduits ou non.

L'évaluation des mesures / barrières de réduction des risques. Elle peut être liée à une analyse coûts-avantages pour aider à choisir les moyens de réduction les plus rentables.

Donc Le flux de travail de conception d'un F&Gs commence par la nécessité de procéder à une identification et analyse des risques, ceci dans le but de proférer un caractère basé sur la performance au design et dimensionnement du système.

Il existe de nombreuses études sur les dangers et les risques qui peuvent être entreprises et qui peuvent donner lieu à une recommandation visant à mettre en œuvre un F&Gs ou à vérifier qu'un système existant est adéquat.

Ces études incluent des analyses de risque de processus telles qu'une étude de danger et d'opérabilité [HAZOP].

Les scénarios de danger envisagés au cours de ces études peuvent amener l'équipe d'étude à craindre que certaines conditions dangereuses ne pas soient détectées. Cela se traduit par une recommandation de mettre en œuvre, ou du moins d'étudier un système de détection feu et gaz. Or notre constat est que la conception du système de détection mis en place actuellement par le bureau d'études ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY INDUSTRIES IHI a été réalisée via une évaluation qualitative des risques basée sur le zonage ATEX, au lieu d'une étude axée sur une approche quantitative à l'instar de celle que nous avons proposée dans ce mémoire.

De ce fait une étude des fréquences de fuites complétée par une étude de dispersion par modèle gaussien et computationnel de la dynamique des fluides en vue d'un zonage de détection pour définition des aires de monitoring de la section de déshydratation constitue une valeur ajoutée en termes de fiabilité et de précision.

Une fois que la nécessité de la détection d'une potentielle fuite de gaz ou début d'incendie (considéré comme un événement redouté) est établie dans un projet, il est nécessaire de permettre à un certain degré de gravité potentielle de ne pas être détecté dans le but d'éviter les alarmes intempestives ou indésirables.

En pratique, toutes les versions ne seront pas détectables, surtout si leur gravité est assez faible. Une très petite fuite ou flamme peut devoir atteindre une taille suffisante pour justifier une détection c'est ce qui nécessite l'instauration d'une logique de vote des détecteurs, de préférence bien en dessous de la gravité qui pourrait provoquer une ascension de l'incident.

L'évaluation quantitative des risques doit établir les objectifs du système de détection, ainsi que la taille / l'ampleur d'un danger nécessitant une détection.

L'objectif est minimiser les risques d'inflammation d'un nuage de gaz combustible dans les zones où les sources d'inflammation ne sont pas bien contrôlées à l'instar des équipements électriques ne disposant pas des modes de protection adéquats avec le type de gaz dont fait l'objet le rejet.

Critères pour la définition des aires à surveiller et des limites spatialement de ces zones afin d'établir une communication et une localisation claire du danger (exemple de fuite trou d'homme pour maintenance des sphères) détecté et la réponse appropriée par logique de vote des détecteurs.

Critères de sélection de la technologie de détection la plus appropriée pour détecter les incendies ou les dégagements de gaz. Par exemple, les règles IEC indiquent qu'il est recommandé d'utiliser des détecteurs de type UV-IR en espace ouvert afin de confirmer et fiabiliser l'information en filtrant les signaux issus des rayonnements UV solaires en ce qui concerne la détection de flamme. Ou des détecteurs de gaz linéaires de type infrarouge formant des croisements pour un maximum de couverture. Quand une activation manuelle est requise et où des systèmes d'activation manuelle ou des points d'appel d'alarme (Brise-glace ou contrôleurs de ronde) seront installés. [20]

III.3.2. Philosophie d'implantation et de conception F&G :

La deuxième étape du développement d'une conception F&Gs basée sur les performances consiste à développer une philosophie pour la conception générale. Cela est généralement effectué avant toute activité de conception spécifique et ne doit pas nécessairement se reproduire à chaque fois qu'un nouveau projet incluant une autre zone est entrepris. La philosophie d'implantation est généralement établie au niveau du site ou par un organisme extérieur comme un bureau d'études, puis appliquée de manière cohérente à tous les équipements, processus et installations. Les éléments d'une philosophie F&G solide peuvent être contenus en partie ou en totalité dans les normes de conception, et ils sont souvent développés pour prendre en charge une philosophie globale de protection contre les incendies reliées aux ESD.

L'un des principaux objectifs de la philosophie de conception est de normaliser les méthodes permettant de caractériser les dangers que le système de détection devrait prévenir / atténuer. Elle devrait donc inclure des critères d'identification des dangers.

Il est nécessaire de fournir des performances suffisantes à la fois pour la couverture du détecteur (mesurée en tant que probabilité de détection réussie) et pour la disponibilité de la sécurité afin d'atteindre un niveau de risque tolérable.

Dans la mesure où un danger est plus grave ou plus probable, il faudra davantage de couverture et de disponibilité pour atteindre un risque tolérable.

Dans la mesure où un danger est moins grave et moins probable, une performance inférieure est acceptable pour atteindre les objectifs de risque fixés par la philosophie opératoire.

Les décisions relatives à la tolérabilité des risques sont du ressort du designer du système F&G, telles que stipulées dans les manuels de conception du projet de fiabilisation du complexe GP2/Z en 2005. La problématique soulevée quant à ce point est l'indisponibilité de références normatives ou de standards traitant la conception d'un système de détection en espace ouvert avec ventilation naturelle à l'instar de la section de déshydratation. [21]

Les manuels de conception spécifiques à la détection de flamme et de gaz démontrent que le choix du type des détecteurs ainsi que leurs nombres et leurs agencements s'est fait en s'appuyant sur la philosophie suivante :

Les détecteurs de gaz sont installés pour chaque équipement à surveiller, par Exemple, à l'endroit où il existe deux (02) pompes, il y a deux (02) détecteurs.

Un (01) détecteur de flamme au niveau de l'unité de déshydratation Dépendamment au zonage ATEX attribué à chaque unité.

- Chacun des équipements existants susceptibles d'avoir de fuites est équipé d'un détecteur
- Cette philosophie s'appliquera aux équipements à installer nouvellement.
- Au cas où les équipements à déplacer seraient déjà surveillés par les détecteurs dédiés, ces mêmes détecteurs seront également déplacés avec les équipements.
- Les détecteurs existants qui ne seront plus utilisés du fait de la mise hors service d'installations ou d'autres raisons seront utilisés pour surveiller les équipements nouvellement installés.
- Chacun des équipements rotatifs tels que compresseurs, pompes, etc., sera pourvu de détecteurs de gaz. Chacun des échangeurs de chaleurs et ballons/récipients sera également pourvu de détecteurs de gaz.

Pour les équipements de la zone d'alimentation, des détecteurs de feu sont installés autour des équipements pouvant avoir des fuites comme pour les détecteurs de gaz.

A l'instar des détecteurs de gaz, la philosophie de conception de détecteurs de flamme consistera à maintenir et à améliorer le niveau actuel de sécurité.

L'installation de détecteur est conçue essentiellement en sorte que le champ de couverture de détecteurs de flamme soit de 90° et que la distance maximale pour la détection soit de 35 m. [22]

Les éléments d'information réunis à partir du manuel de conception d'IHI B7406-1201 nous ont permis de cibler les lacunes relatives à l'implantation du système de détection F&G spécifique à la section de déshydratation étudiée, ces incohérences vis-à-vis des standards internationaux et des bonnes pratiques stipulées dans les références normatives sont regroupées comme suit :

Tableau III.3: Incohérences vis-à-vis des standards intern

Elément d'information	Incohérence décelée	Référence	Bonne pratique et recommandation
Le choix du nombre de détecteurs dépend du nombre d'équipements stratégiques présents dans la section uniquement.	Prise en compte de l'importance de surveiller les équipements stratégiques uniquement, en négligeant les points sources de fuite, Ex : brides et vannes.	d'ANSI/ISA-84.00.01 standards dédié à l'analyse des risques spécifique à la conception des systèmes de détection F&G.	Sectionnement de l'unité à surveiller en sous-zones géographiques après calcul des fréquences de fuite et avantageant la couverture pour les fréquences élevées.
Le déplacement des détecteurs déjà mis en place se fait systématiquement avec le déplacement des équipements y afférents.	L'implantation d'un détecteur de flamme ou de gaz n'est pas à la localisation d'un équipement stratégique uniquement, elle est la synthèse d'une compilation de différentes données de points sources.	Rubrique spécifique au zonage de détection et définition des aires à surveiller ou zones de monitoring en vue du design des systèmes de détection de flamme de la norme ISA-84.00.01	Le déplacement d'un détecteur doit être sujet à une analyse des risques approfondie et ce vu l'implantation initiale indissociablement liée à un zonage de détection définissant les aires à surveiller relatives à différents points source.
La référence au zonage ATEX dans l'implantation des détecteurs de gaz, incluant probabilité de présence et persistance temporelle d'un nuage de gaz inflammable.	Le zonage ATEX ne fournit pas d'informations suffisantes en termes de dispersion, de limites d'explosivité et de géométrie du nuage gazeux en vue d'une implantation.	Relatif à l'étude de dispersion du nuage gazeux en vue d'une définition d'un zonage de détection de la norme ISA 84.0.07.	L'implantation des détecteurs F&G se fait toujours suite à une étude de dispersion via des modèles gaussiens et de dynamiques computationnelles des fluides.
L'installation de détecteurs est conçue essentiellement en sorte que le champ de couverture de détecteurs de flamme soit de 90° et que la distance maximale pour la détection soit de 35 m.	La couverture des détecteurs de flamme est définie par l'angle transversal et longitudinal du champ de vision ainsi que sa portée maximale. Ces informations sont insuffisantes dans ce cas de figure.	Relatif à la couverture, à la logique de vote et à mise en place des détecteurs de flamme et de gaz de la norme de design des systèmes F&G de la norme ISA 84.0.07 .	La couverture des détecteurs considérée comme la probabilité de présence de gaz ne peut être déterminée que par le nombre de détecteurs couvrant une zone commune, cette méthode permet par la suite d'instaurer une logique de vote.

Comme décrit dans ISA-TR84.00.07, les deux principaux modes de défaillance de FGS sont les suivants :

- **Couverture insuffisante** - nombre, type ou emplacement de détecteurs de feu ou de gaz insuffisants, empêchant le FGS de détecter un danger.
- **Disponibilité de sécurité inadéquate** - des défaillances de composants du matériel FGS ont pour conséquence que le FGS se trouve dans un état indisponible lorsqu'une condition de demande survient.

[23]

Deuxième Partie : Etude approfondie de la dispersion du fluide

III.1 CALCUL DES FREQUENCES DE FUITE

L'estimation des fréquences de fuites est une étape cruciale dans la conduite d'une évaluation quantitative des risques QRA "Quantitative Risk Assessment" dans le cadre d'une appréciation de la performance de la détection F&Gs.

Quand la fréquence à laquelle les fuites sont susceptibles d'être détectés peut-être déterminée, plusieurs facteurs doivent être pris en considération incluant ; la vétusté de l'équipement, le niveau de maintenance, le type de l'équipement, les paramètres opératoires, les conditions météorologiques et environnementales, ainsi que les dimensions de la fuite à prendre en compte. Ces éléments peuvent avoir un impact significatif sur une potentielle fréquence de fuite.

III.1.1. DESCRIPTION DE LA METHODOLOGIE

La méthodologie pour laquelle nous avons optés pour cette étude dans le contexte du calcul des fréquences de fuite de GPL au niveau de la section déshydratation, consiste à calculer indépendamment la fréquence de fuite relative.

III.1.2. Segmentation schématique du process de la section

En se référant aux schémas P&ID de la section déshydratation, nous procéderons à la segmentation des sections en segments en vue d'une inventurisation des composants susceptibles d'être des points sources de fuite, nous citerons les vannes, brides, restrictions, piquages d'instrumentation, tuyauterie. [24]

Les P&IDs suivants illustrent les brides, vannes et instruments ainsi que leurs dimensions (diamètre), les informations concernant la tuyauterie seront mis en exergue par les isométriques dont nous entamerons l'étude dans l'étape suivant :

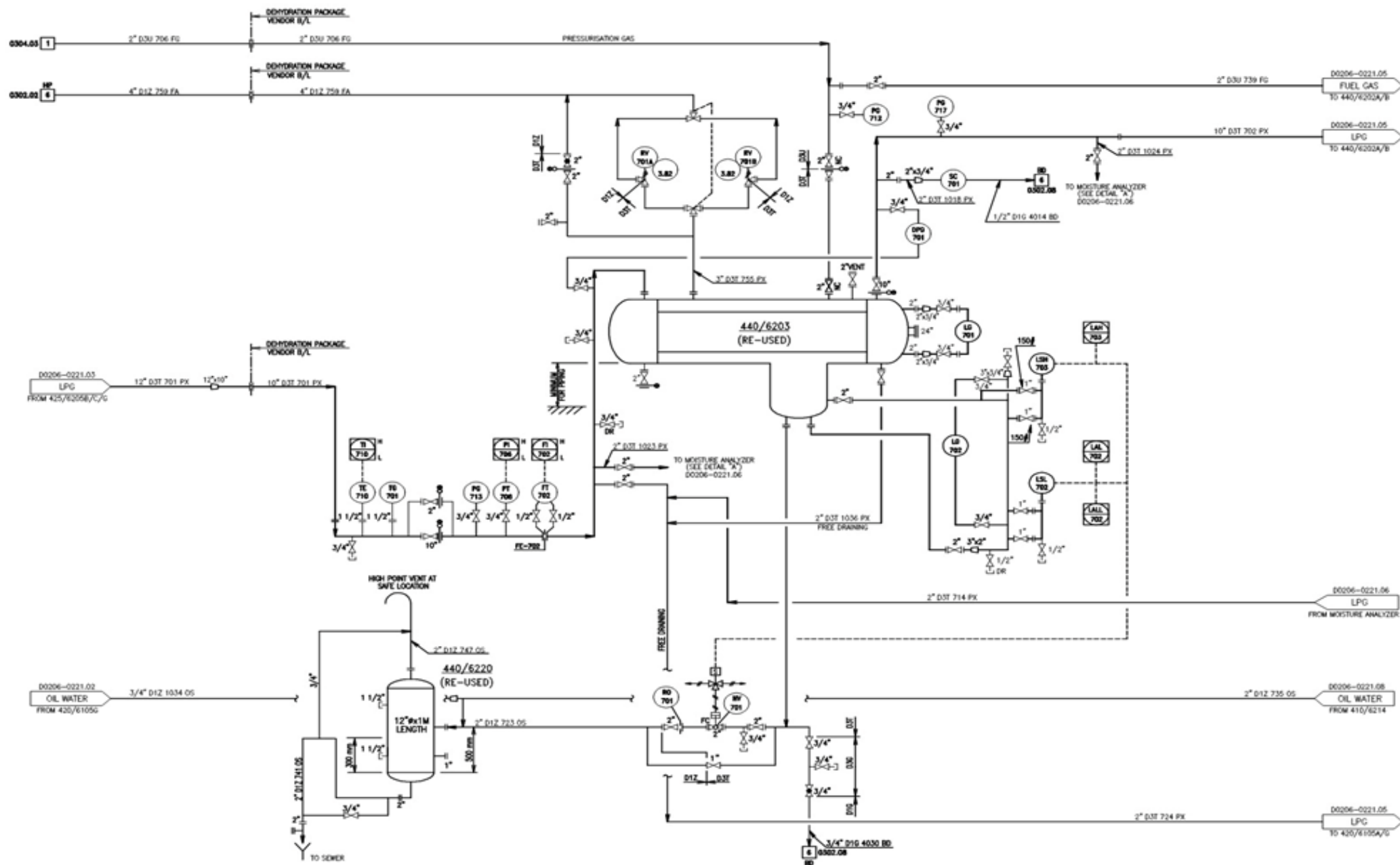


Figure III.4: Schéma P&ID des entrées et sorties du coalesceur d'une section de déshydratation

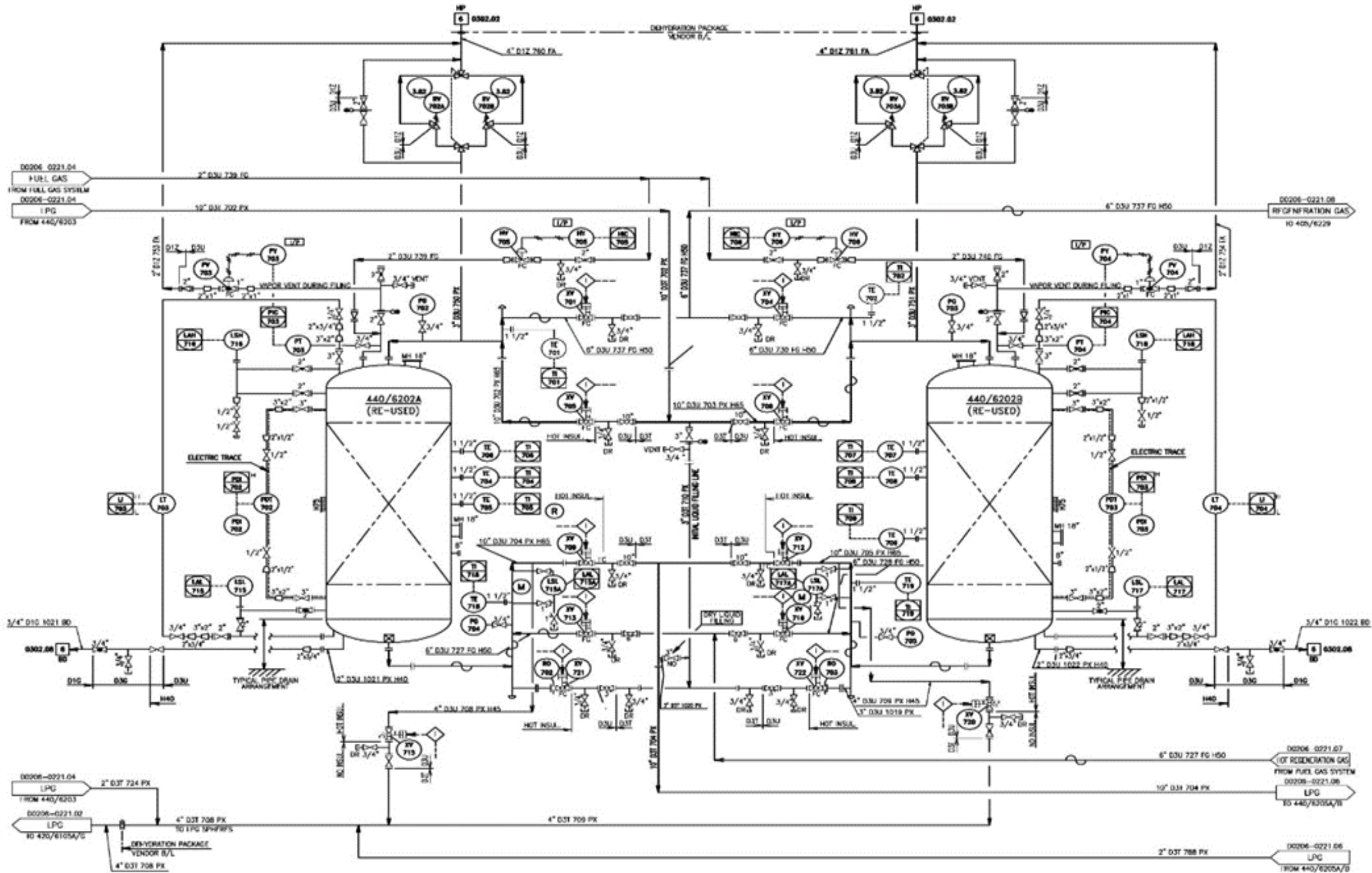


Figure III.5: Schéma P&ID des entrées et sorties du Adsorbours d'une section de déshydratation

III.1.3. Identification des paramètres de fonctionnement ainsi que les phases et taux du fluide spécifiques à chaque section et segment :

Le bilan de matière constitue pour notre étude une pièce maîtresse dans la fiabilisation des résultats, or elle permet de situer avec détails les différentes phases du fluide dans les différents segments de la section ou zone étudiée, rappellerons-nous que le ratio ou le taux de chaque phase constitue une donnée essentielle à introduire dans la logique de calcul de fréquence de fuite du software DNVLEAK 3.3 que nous avons prévu à cet effet. Nous définirons à partir de la base de données locale du complexe GP2/Z les bilans de matière de chacun des segments définis dans l'étape précédente et ce dans un souci d'amoinrir au maximum l'erreur quadratique du résultat final que nous verrons dans les étapes successives du calcul. [25]

Tableau III.4: Bilan de matière de l'entrée GPL des unité déshydratation

	101	102	103	104	105
Description	420/6105A/Inlet	425/6205/C/G/Inlet	440/6203/Inlet	440/6202A/B/Inlet	440/6202A/B/Outlet
Phase	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid
Total Flow Rate (kg/hr)	250000	175000	175000	175000	175000
Temperature (C°)	38	38	22.4	22.4	22.4
Pressure (MPaG)	2	0.7	2.5	2.4	2.25
Total Molecular Weight	49.27	4.27	49.27	49.27	49.27
Vapor Flow Rate (kg/hr)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Vapor Density (kg/m3)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Vapor Viscosity (mPa-s)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Liquid Flow Rate (kg/hr)	250000	175000	175000	175000	175000
Liquid Density (kg/m3)	504.7	516.6	528.8	528.8	5288
Liquid Viscosity (mpa-s)	0.104	0.113	0.123	0.123	0.123
Surface Tension	0.007	0.008	0.009	0.009	0.0009
Composition					
C1 (mol%)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
C2 (mol%)	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
C3 (mol%)	59.19	59.19	59.19	59.19	59.19
iC4 (mol%)	12.11	12.11	12.11	12.11	12.11
nC4 (mol%)	26.41	26.41	26.41	26.41	26.41
iC5 (mol%)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
nC5 (mol%)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

III.1.4. Description de programme utilisé DNVLEAK © :

DNV Leak est un logiciel qui permet aux professionnels des HSE de détecter et d'évaluer les risques associés aux fuites dans les systèmes industriels. Développé par DNV, un fournisseur leader de services de gestion des risques et d'assurance qualité, ce logiciel est largement utilisé dans les industries pétrolière et gazière, chimique et pétrochimique. DNV Leak © est un package logiciel complet qui combine des algorithmes de détection de fuite avancés avec des outils puissants d'évaluation des risques. Ses fonctionnalités clés incluent la détection de fuite, la modélisation de fuite, l'analyse des conséquences, l'évaluation des risques et l'évaluation des mesures d'atténuation. En outre, DNV Leak © peut être utilisé dans diverses applications de l'industrie HSE telles que la détection et la surveillance de fuites, l'investigation d'incidents, l'évaluation et la gestion des risques, ainsi que la conformité réglementaire. [26]

III.1.5. Identification des segments composant la section de déshydratation :

L'identification des segments se fera par l'inventorisation des différents éléments susceptibles d'être des points sources de fuite, ainsi que leurs paramètres d'opérabilité, la phase et le taux du fluide, ce en se basant sur les données recueillies au préalable.

Ci-dessous les identifications par l'interface du software DNVLEAK v3.3 des différents éléments et organes sélectionnées dans le cadre de l'étude de la fréquence de fuite dans la section déshydratation :

\GP22\Zone de deshydration\coalesceur\S1\440 /6203 Inlet (*1 & *1)							
Type	Library	Number	Size	Pressure	Gas (Vol)	Liquid (Vol)	
-----	-----	-----	--(in)--	--(Pa)--	--(%)	--(%)	--
FLANGE	Standard	1	10	2.5e+006	0.00	100.00	
VALVE_ACT_NON_P	Standard	1	2	2.5e+006	0.00	100.00	
\GP22\Zone de deshydration\coalesceur\S2\440 /6203 Outlet (*1 & *1)							
Type	Library	Number	Size	Pressure	Gas (Vol)	Liquid (Vol)	
-----	-----	-----	--(in)--	--(Pa)--	--(%)	--(%)	--
FLANGE	Standard	1	10	2.4e+006	0.00	100.00	
VALVE_ACT_NON_P	Standard	1	0.75	2.4e+006	0.00	100.00	
\GP22\Zone de deshydration\Adsorbeurs\S3\440/6202/A Inlet (*1 & *1)							
Type	Library	Number	Size	Pressure	Gas (Vol)	Liquid (Vol)	
-----	-----	-----	--(in)--	--(Pa)--	--(%)	--(%)	--
FLANGE	Standard	1	10	2.25e+006	0.00	100.00	
VALVE_ACT_NON_P	Standard	1	0.75	2.25e+006	0.00	100.00	
\GP22\Zone de deshydration\Adsorbeurs\S3\440/6202/B Inlet (*1 & *1)							
Type	Library	Number	Size	Pressure	Gas (Vol)	Liquid (Vol)	
-----	-----	-----	--(in)--	--(Pa)--	--(%)	--(%)	--
FLANGE	Standard	1	10	2.25e+006	0.00	100.00	
VALVE_ACT_NON_P	Standard	1	0.75	2.25e+006	0.00	100.00	
\GP22\Zone de deshydration\Adsorbeurs\s4\440/6205 Outlet (*1 & *1)							
Type	Library	Number	Size	Pressure	Gas (Vol)	Liquid (Vol)	
-----	-----	-----	--(in)--	--(Pa)--	--(%)	--(%)	--
FLANGE	Standard	1	10	2.25e+006	0.00	100.00	
VALVE_ACT_NON_P	Standard	1	0.75	2.25e+006	0.00	100.00	

Figure III.6 : Segmentation de la section de déshydratation

Nous considérerons la base de données de l'OGP (Oil and Gas Producers) dans ce contexte, des informations sur les fréquences de fuites caractéristiques à chaque équipement ou composant de différents constructeurs sont fournies, Les tableaux ci-dessous représentent les fréquences de fuites de différents diamètres d'orifices en fonction du diamètre extérieur de l'élément pris en compte dans cette étude [27] :

Tableau III.5: fréquences de fuite des brides

Equipment Size	Category	Total	Full Pressure	Zéro Pressure
0.5 in	1 -- 3 mm	3.725E-05	3.538E-05	1.156E-06
	3 -- 10 mm	1.364E-05	1.239E-05	8.773E-07
	10 -- 50 mm	1.227E-05	1.031E-05	2.367E-06
	50 -- 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	6.316E-05	5.808E-05	4.400E-06
1 in	1 -- 3 mm	4.037E-05	3.771E-05	1.156E-06
	3 -- 10 mm	1.479E-05	1.320E-05	8.774E-07
	10 -- 50 mm	1.279E-05	1.066E-05	2.367E-06
	50 -- 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	6.795E-05	6.156E-05	4.400E-06
2 in	1 -- 3 mm	4.628E-05	4.229E-05	1.157E-06
	3 -- 10 mm	1.695E-05	1.480E-05	8.780E-07
	10 -- 50 mm	6.126E-06	5.076E-06	7.519E-07
	50 -- 150 mm	7.661E-06	6.269E-06	1.616E-06
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	7.701E-05	6.844E-05	4.403E-06
4 in	1 -- 3 mm	5.745E-05	5.133E-05	1.171E-06
	3 -- 10 mm	2.104E-05	1.797E-05	8.891E-07
	10 -- 50 mm	7.605E-06	6.161E-06	7.614E-07
	50 -- 150 mm	8.062E-06	6.540E-06	1.630E-06
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	9.415E-05	8.200E-05	4.452E-06
6 in	1 -- 3 mm	6.816E-05	6.028E-05	1.241E-06
	3 -- 10 mm	2.496E-05	2.110E-05	9.420E-07
	10 -- 50 mm	9.023E-06	7.235E-06	8.067E-07
	50 -- 150 mm	1.594E-06	1.206E-06	3.550E-07
	> 150 mm	6.852E-06	5.603E-06	1.343E-06
	Total	1.106E-04	9.542E-05	4.687E-06
10 in	1 -- 3 mm	8.880E-05	7.801E-05	1.884E-06
	3 -- 10 mm	3.252E-05	2.731E-05	1.430E-06
	10 -- 50 mm	1.176E-05	9.362E-06	1.225E-06
	50 -- 150 mm	2.077E-06	1.560E-06	5.388E-07
	> 150 mm	7.110E-06	5.780E-06	1.779E-06
	Total	1.423E-04	1.220E-04	6.856E-06
14 in	1 -- 3 mm	1.088E-04	9.559E-05	4.148E-06
	3 -- 10 mm	3.984E-05	3.346E-05	3.148E-06
	10 -- 50 mm	1.440E-05	1.147E-05	2.696E-06
	50 -- 150 mm	2.544E-06	1.912E-06	1.186E-06
	> 150 mm	7.360E-06	5.956E-06	3.316E-06
	Total	1.729E-04	1.484E-04	1.449E-05
20 in	1 -- 3 mm	1.379E-04	1.218E-04	1.454E-05
	3 -- 10 mm	5.051E-05	4.263E-05	1.103E-05
	10 -- 50 mm	1.826E-05	1.462E-05	9.450E-06
	50 -- 150 mm	3.226E-06	2.436E-06	4.158E-06
	> 150 mm	7.724E-06	6.218E-06	1.037E-05
	Total	2.176E-04	1.877E-04	4.955E-05

Tableau III.6: fréquences de fuite des canalization

Equipment Size	Category	Total	Full Pressure	Zero Pressure
0.5 in	1 -- 3 mm	9.169E-04	9.409E-04	7.564E-06
	3 -- 10 mm	3.435E-04	3.294E-04	5.300E-06
	10 -- 50 mm	1.680E-04	1.442E-04	1.084E-05
	50 -- 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	1.428E-03	1.414E-03	2.371E-05
1 in	1 -- 3 mm	2.725E-04	2.851E-04	4.768E-06
	3 -- 10 mm	1.021E-04	9.979E-05	3.341E-06
	10 -- 50 mm	5.310E-05	4.577E-05	7.575E-06
	50 -- 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	4.277E-04	4.307E-04	1.568E-05
2 in	1 -- 3 mm	9.989E-05	1.032E-04	3.551E-06
	3 -- 10 mm	3.742E-05	3.611E-05	2.488E-06
	10 -- 50 mm	1.389E-05	1.238E-05	1.936E-06
	50 -- 150 mm	8.424E-06	6.095E-06	4.216E-06
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	1.596E-04	1.578E-04	1.219E-05
4 in	1 -- 3 mm	5.363E-05	5.270E-05	3.022E-06
	3 -- 10 mm	2.009E-05	1.845E-05	2.117E-06
	10 -- 50 mm	7.457E-06	6.325E-06	1.647E-06
	50 -- 150 mm	6.607E-06	4.581E-06	3.886E-06
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	8.779E-05	8.205E-05	1.067E-05
6 in	1 -- 3 mm	4.454E-05	4.248E-05	2.864E-06
	3 -- 10 mm	1.669E-05	1.487E-05	2.007E-06
	10 -- 50 mm	6.192E-06	5.098E-06	1.561E-06
	50 -- 150 mm	1.127E-06	8.497E-07	6.230E-07
	> 150 mm	5.123E-06	3.425E-06	3.165E-06
	Total	7.366E-05	6.672E-05	1.022E-05
10 in	1 -- 3 mm	3.967E-05	3.688E-05	2.749E-06
	3 -- 10 mm	1.486E-05	1.291E-05	1.926E-06
	10 -- 50 mm	5.516E-06	4.427E-06	1.498E-06
	50 -- 150 mm	1.003E-06	7.378E-07	5.980E-07
	> 150 mm	5.055E-06	3.369E-06	3.118E-06
	Total	6.610E-05	5.833E-05	9.890E-06
14 in	1 -- 3 mm	3.880E-05	3.587E-05	2.723E-06
	3 -- 10 mm	1.454E-05	1.255E-05	1.907E-06
	10 -- 50 mm	5.395E-06	4.305E-06	1.484E-06
	50 -- 150 mm	9.814E-07	7.174E-07	5.922E-07
	> 150 mm	5.043E-06	3.359E-06	3.107E-06
	Total	6.475E-05	5.680E-05	9.813E-06
20 in	1 -- 3 mm	3.792E-05	3.482E-05	2.691E-06
	3 -- 10 mm	1.420E-05	1.219E-05	1.885E-06
	10 -- 50 mm	5.272E-06	4.179E-06	1.466E-06
	50 -- 150 mm	9.591E-07	6.965E-07	5.852E-07
	> 150 mm	5.030E-06	3.348E-06	3.094E-06
	Total	6.338E-05	5.523E-05	9.722E-06

Tableau III.7: Fréquences de fuite des vannes

Equipment Size	Category	Total	Full Pressure	Zero Pressure
0.5 in	1 -- 3 mm	5.166E-05	5.247E-05	3.030E-07
	3 -- 10 mm	2.401E-05	2.278E-05	2.222E-07
	10 -- 50 mm	1.837E-05	1.479E-05	4.241E-07
	50 -- 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	9.404E-05	9.004E-05	9.494E-07
1 in	1 -- 3 mm	5.180E-05	5.260E-05	5.840E-07
	3 -- 10 mm	2.407E-05	2.284E-05	4.283E-07
	10 -- 50 mm	1.841E-05	1.483E-05	8.172E-07
	50 -- 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	9.428E-05	9.027E-05	1.829E-06
2 in	1 -- 3 mm	5.262E-05	5.344E-05	1.146E-06
	3 -- 10 mm	2.446E-05	2.320E-05	8.403E-07
	10 -- 50 mm	1.169E-05	1.023E-05	6.906E-07
	50 -- 150 mm	6.986E-06	4.814E-06	9.129E-07
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	9.575E-05	9.169E-05	3.590E-06
4 in	1 -- 3 mm	5.760E-05	5.850E-05	2.269E-06
	3 -- 10 mm	2.677E-05	2.540E-05	1.664E-06
	10 -- 50 mm	1.279E-05	1.120E-05	1.368E-06
	50 -- 150 mm	7.459E-06	5.176E-06	1.808E-06
	> 150 mm	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
	Total	1.046E-04	1.003E-04	7.110E-06
6 in	1 -- 3 mm	6.876E-05	6.984E-05	3.393E-06
	3 -- 10 mm	3.196E-05	3.032E-05	2.489E-06
	10 -- 50 mm	1.527E-05	1.337E-05	2.045E-06
	50 -- 150 mm	3.658E-06	2.938E-06	8.630E-07
	> 150 mm	4.859E-06	3.047E-06	1.840E-06
	Total	1.245E-04	1.195E-04	1.063E-05
10 in	1 -- 3 mm	1.163E-04	1.181E-04	5.640E-06
	3 -- 10 mm	5.405E-05	5.128E-05	4.137E-06
	10 -- 50 mm	2.583E-05	2.261E-05	3.400E-06
	50 -- 150 mm	6.185E-06	4.968E-06	1.435E-06
	> 150 mm	6.834E-06	4.462E-06	3.059E-06
	Total	2.092E-04	2.014E-04	1.767E-05
14 in	1 -- 3 mm	2.067E-04	2.099E-04	7.888E-06
	3 -- 10 mm	9.607E-05	9.114E-05	5.785E-06
	10 -- 50 mm	4.591E-05	4.020E-05	4.754E-06
	50 -- 150 mm	1.099E-05	8.830E-06	2.006E-06
	> 150 mm	1.059E-05	7.154E-06	4.278E-06
	Total	3.703E-04	3.573E-04	2.471E-05
20 in	1 -- 3 mm	4.436E-04	4.506E-04	1.126E-05
	3 -- 10 mm	2.062E-04	1.956E-04	8.257E-06
	10 -- 50 mm	9.852E-05	8.627E-05	6.786E-06
	50 -- 150 mm	2.360E-05	1.895E-05	2.864E-06
	> 150 mm	2.044E-05	1.421E-05	6.107E-06
	Total	7.924E-04	7.656E-04	3.527E-05

III.1.6. Calcul des fréquences de fuite de GPL de section déshydratation :

- Segment d'entrée coalesceur section déshydratation**

Category	Gas Leak	Gas Contrib.	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liq Contrib.	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)	)-- --(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)
S		0	0.00	0.00	0.00	0.000647053	47.40	680.48
M		0	0.00	0.00	0.00	0.000611263	47.69	1282.50
L		0	0.00	0.00	0.00	0.000420148	47.68	3098.68

- Segment sortie coalesceur section déshydratation**

\GP2Z\Zone de deshydratation\coalesceur\S2\440 /6203 Outlet

Category	Gas Leak	Gas Contrib.	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liq Contrib.	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)	)-- --(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)
S		0	0.00	0.00	0.00	0.000717995	100.00	674.09
M		0	0.00	0.00	0.00	0.00067055	100.00	1283.01
L		0	0.00	0.00	0.00	0.000461023	100.00	3099.89

- Segment de coalesceur section déshydratation**

\GP2Z\Zone de deshydratation\coalesceur\

Category	Gas Leak	Gas Contrib.	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liq Contrib.	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)	)-- --(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)
S		0	0.00	0.00	0.00	0.00136505	38.69	677.12
M		0	0.00	0.00	0.00	0.00128181	39.26	1282.77
L		0	0.00	0.00	0.00	0.00088117	39.25	3099.31

- Segment d'entrée Adsorbeurs section déshydratation**

\GP2Z\Zone de deshydratation\Adsorbeurs\S3\440/6202/A Inlet

Category	Gas Leak	Gas Contrib.	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liq Contrib.	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)	)-- --(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)
S		0	0.00	0.00	0.00	0.000721001	50.00	663.78
M		0	0.00	0.00	0.00	0.000661134	50.00	1283.01
L		0	0.00	0.00	0.00	0.000454549	50.00	3099.89

- Segment sortie Adsorbeurs section déshydratation**

\GP2Z\Zone de deshydratation\Adsorbeurs\s4\440/6205 Outlet

Category	Gas Leak	Gas Contrib.	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liq Contrib.	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)	)-- --(/yr)	)-- --(%)	)-- --(kg/hr)	-- --(in)
S		0	0.00	0.00	0.00	0.000721001	100.00	663.78
M		0	0.00	0.00	0.00	0.000661134	100.00	1283.01
L		0	0.00	0.00	0.00	0.000454549	100.00	3099.89

- Segment Adsorbours section déshydratation

\GP2Z\Zone de deshydration\Adsorbours

Category	Gas Leak	Gas Contrib.	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liq Contrib.	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	--(%)	--(kg/hr)	--(in)	--(/yr)	--(%)	--(kg/hr)	--(in)
S	0	0.00	0.00	0.00	0.002163	61.31	663.78	0.10
M	0	0.00	0.00	0.00	0.0019834	60.74	1283.01	0.14
L	0	0.00	0.00	0.00	0.00136365	60.75	3099.89	0.21

- Segment de section déshydratation totale

\GP2Z\Zone de deshydration

Category	Gas Leak	Gas Rate	Gas Size	Liquid Leak	Liquid Rate	Liquid Size
-----	--(/yr)	--(kg/hr)	--(in)	--(/yr)	--(kg/hr)	--(in)
S	0	0.00	0.00	0.00352805	668.94	0.10
M	0	0.00	0.00	0.00326521	1282.92	0.14
L	0	0.00	0.00	0.00224482	3099.67	0.21

Remarque

L'input à prendre en compte après compilation des données par DNVLEAK v3.3 est *la fréquence de fuite gazeuse de 0.00/AvgeYear* et *la fréquence de fuite liquide 0.00224482/AvgeYear*, le choix de l'input dépendra du choix du scénario et des paramètres opératoires de la capacité qui détermineront la phase du fluide.

Ces données sont cruciales à l'évaluation de la dispersion atmosphérique du mélange inflammable (GPL) que nous réaliserons via le software DNVGL PHAST v8.4, la figure ci-dessous illustre l'onglet spécifique à la dispersion atmosphérique :

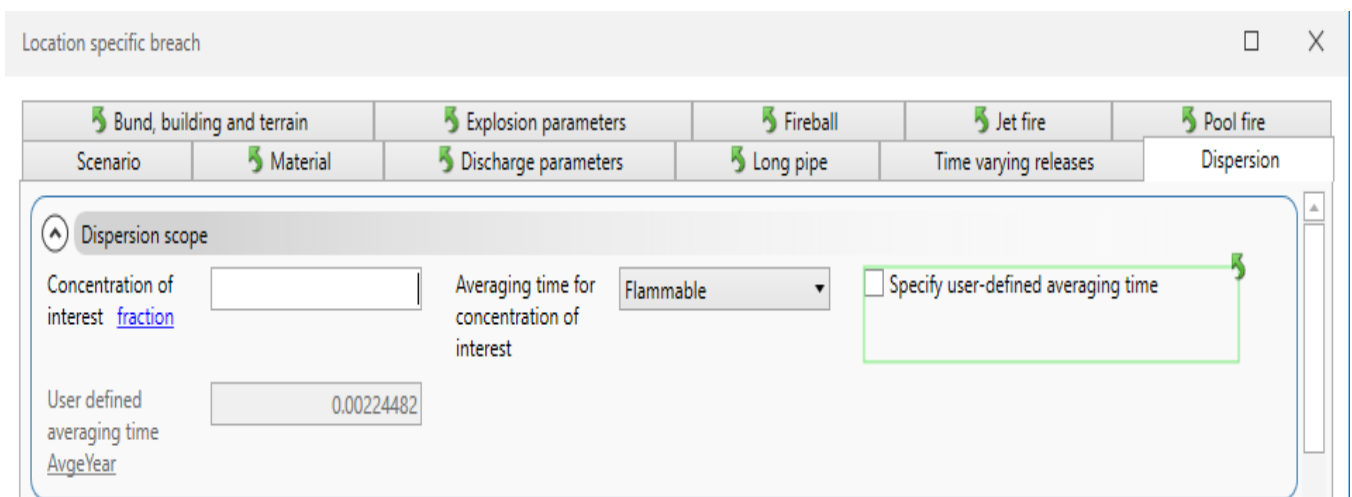


Figure III.7: Onglet spécifique à la dispersion PHASTv8.4

Les résultats obtenus constituent les données d'entrée de travail à suivre à savoir l'étude de dispersion, il convient de souligner que la simulation gaussienne par le software DNVGL PHAST v8.4 nécessite l'apport de la donnée de fréquence de fuite en probabilité d'occurrence par an.

III.2 Etude de dispersion des fluides inflammables

La dispersion atmosphérique caractérise le devenir dans le temps et dans l'espace d'un nuage de gaz inflammable de GPL de la section de déshydratation, L'émission de ce produit à l'atmosphère peut revêtir un caractère :

- Soit chronique, avec des émissions à l'atmosphère plus ou moins continues ou périodiques dans le temps. Nous citerons les fuites.
- Soit accidentel, avec des émissions à l'atmosphère ponctuelles dans le temps, non désirées comme la fuite des équipements que nous avons désignés dans cette étude. Nous citerons les ruptures entre autres.

Ce travail traitera des mécanismes de dispersion atmosphérique en situation accidentelle (fuites et ruptures).

Il s'agit ici à la fois d'identifier les mécanismes physiques intervenant dans la dispersion atmosphérique de produit étudié à savoir le GPL, et de présenter les principales méthodes d'estimation de la dispersion atmosphérique de ce dernier et en particulier celles relatives à l'analyse quantitative des risques QRA par le modèle Gaussien traité par DNVGL PHAST © v8.4 et à la résolution numérique CFD (Dynamique Computationnelle des Fluides) traitée par le software Insight Influx © v1.47.

En amont à la modélisation de la dispersion atmosphérique, il convient généralement de quantifier un « terme source », c'est-à-dire de caractériser le rejet étudié vers l'air en termes de débit, température, état physique etc., ces données constituent les inputs et outputs de la modélisation numérique que nous entamerons.

III.2.1. DEMARCHE OBSERVEE:

La démarche adoptée pour le présent rapport consacré à l'étude du phénomène de la « Dispersion atmosphérique » du GPL, de la section de déshydratation du complexe GP2/Z est décrite ci-après :

I : Mécanismes physiques.

II : Modélisation.

III.2.1.1. MECANISMES PHYSIQUES :

Les conditions de dispersion atmosphérique d'un produit vont dépendre de plusieurs paramètres :

- Les conditions de rejet (nature du nuage de produit, mode d'émission...) ;
- Les conditions météorologiques (champ de vent, de température...) ;
- L'environnement (nature du sol, présence d'obstacles, topographie, orographie, urbanisme).

Différents processus dont l'importance relative dépend des conditions de rejet, entrent en jeu et agissent simultanément ou successivement. Ces différents mécanismes physiques sont présentés dans cette partie.

III.2.1.1.1. CONDITIONS DE REJET :

- ETAT PHYSIQUE INITIAL DU POLLUANT :

Avant d'être rejetées dans l'atmosphère, les substances se trouvent sous forme d'un gaz liquéfié.

Les rejets vont donner lieu à une émission diphasique pouvant conduire à la formation d'une nappe suite au phénomène de Rain-out ou recondensation du nuage gazeux.

Pour diverses raisons, ce produit peut être relâché dans l'environnement. La rupture du confinement va entraîner des phénomènes variables selon le produit considéré, les paramètres et conditions de stockage, l'importance et la position du point de rejet.

- **REACTIVITE AVEC L'ATMOSPHERE (STABILITE CHIMIQUE) :**

Le cas étudié dans ce travail traite de produit inerte ou stables (le GPL) c'est-à-dire ne subissant pas ou peu de transformations ou d'altération d'origine chimique en contact avec l'atmosphère.

III.2.1.1.2. MODE D'EMISSION :

Parmi les types de rejet à l'atmosphère, on distingue les rejets instantanés des rejets continus

- **Rejet instantané :**

La ruine consiste en la rupture totale du confinement entraînant un relâchement immédiat et instantané de la totalité du contenu.

Les rejets de type instantané sont principalement caractérisés par la quantité émise à l'atmosphère et la pression de la capacité au moment de la rupture (éclatement). Cette dernière peut être différente de la pression de stockage dans certains cas.

Lors d'un rejet instantané de gaz, en l'absence d'obstacle de taille significative à proximité, l'extension initiale du nuage est relativement isotrope.

Il en résulte un volume gazeux sphérique, ou semi-sphérique si l'émission a lieu au niveau du sol

- **Rejet continu**

La fuite continue se produit à partir d'une bride ou d'une vanne ou de l'émission par un événement, piquage d'instrumentation, purge ou reniflard.

La fuite va principalement dépendre des conditions de stockage au moment de la fuite mais aussi de la taille, de la géométrie et de la hauteur de l'orifice de fuite.

A partir de ces données, il est possible d'estimer un terme-source (débit, vitesse, température... du rejet) par la modélisation intégrale et gaussienne du software PHAST v8.4

Le panache est dans la plupart des cas de forme allongée communément appelé « plume ». Lorsque la densité du gaz rejeté est plus grande que celle de l'atmosphère comme dans le cas du C3 et C4, les forces de gravité influencent de façon importante sur la dispersion du nuage.

A proximité du rejet, la force de gravité est à l'origine d'un mouvement d'ensemble vers le sol et l'expansion verticale du nuage est réduite. En contact avec le sol, le nuage se répand, poursuit son effondrement ce qui favorise son développement transversal.

Enfin, il s'établit sur les faces latérales du nuage une recirculation interne favorisée par l'étalement du nuage au sol à mesure de son effondrement. Ce comportement est illustré par la modélisation de DNVGL PHAST 8.4.

III.2.1.1.3. Conditions météorologiques :

Les phénomènes météorologiques à prendre en compte dépendent de la dimension du domaine étudié. Dans le cas que nous traiterons, l'échelle spatiale ne dépassera pas quelques centaines de mètres et celle du temps quelques dizaines de secondes, à une minute. Ceci afin de circonscrire l'étude à la section de déshydratation et de limiter l'évaluation de la performance du système de détection F&G à cette zone uniquement.

- **Echelle des mouvements atmosphériques :**

La vitesse moyenne du vent joue un grand rôle dans le processus de diffusion. La rose des vents suivante illustrera l'influence de cet aspect météorologique sur la dispersion et nous permettra de définir le paramètre météo à prendre en compte lors de la modélisation gaussienne.

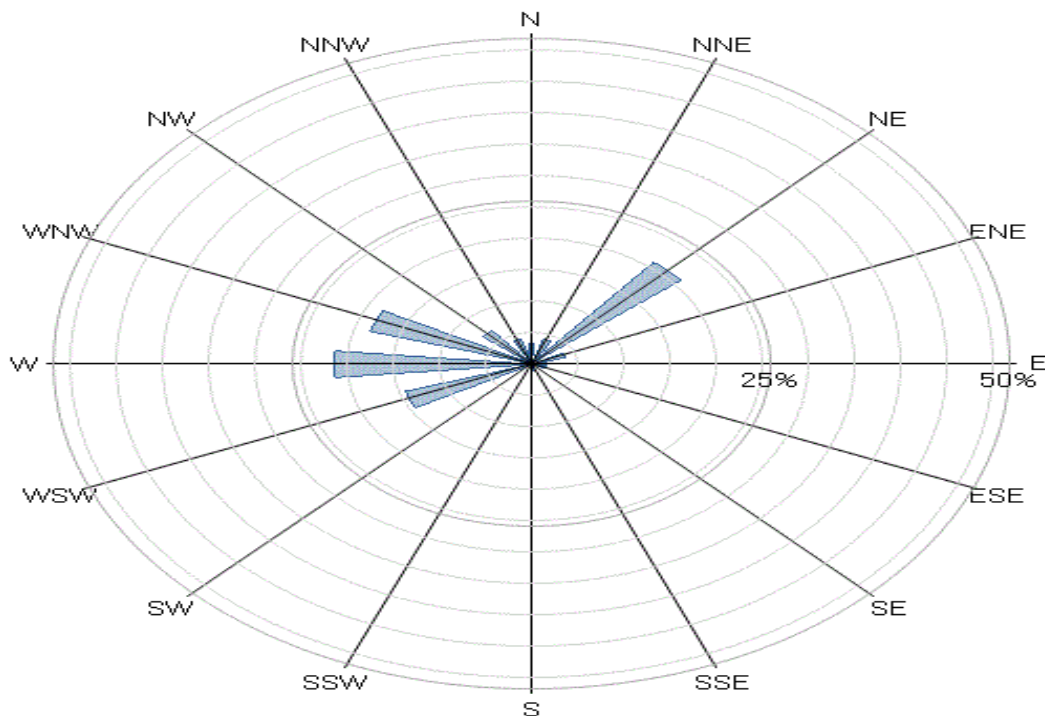


Figure III.8: Rose des vents de la région du complexe GP2/Z

- **TURBULENCE D'ORIGINE MECANIQUE**

Lorsque le nuage est en contact avec le sol, les effets de rugosité dus à la nature de la surface créent une zone de turbulence à l'interface d'origine mécanique.

La notion de rugosité sous-entend que les éléments (végétation...) qui la définissent, sont beaucoup plus petits que la taille du nuage.

Si ces éléments sont de taille comparable à celle du nuage, ils doivent être considérés comme des obstacles qui génèrent des perturbations beaucoup plus importantes que la turbulence de petite échelle (tourbillons, zones de recirculations, brise).

Le modèle gaussien traduit la présence d'obstacles, de la végétation sous la forme d'un paramètre global de rugosité.

L'étude orographique et géologique du site GP2/Z de manière générique et de la section de déshydratation de manière spécifique telle que présentée dans l'étude de danger fournit les données suivantes :

Une classification de la stabilité atmosphérique peut être effectuée au travers des classes de Pasquill qui varie de A à F, de l'atmosphère la plus instable à la plus stable. Les classes de stabilité peuvent être associées à des conditions météorologiques données par le tableau ci-dessous :

Tableau III.8:Degrés de stabilité Atmosphérique de l'échelle Pasquill

Vitesse du vent à 1 m	JOUR			NUIT	
	Rayonnement Solaire Incident			Nébulosité	
m/s	Fort	Modéré	Faible	Entre 4/8 et 7/8	<3/8
<2	A	A-B	B	F	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Les degrés de stabilité pris en compte dans le cas de cette étude sont :

Stabilité diurne estivale :

- Le degré 5/D
- Le degré 10/D
- Le degré 1.5/F
- Le degré 3/B-C

Stabilité nocturne estivale :

- Le degré 2/F
- Le degré 5/D
- Le degré 6/E

Stabilité diurne hivernale :

- Le degré 20/D
- Le degré 5/C

Stabilité nocturne hivernale :

- Le degré 10/D
- Le degré 7/D

III.2.1.1.4. Environnement :

La dispersion atmosphérique d'un produit est influencée par l'occupation du sol, avec la présence d'obstacles, Par ailleurs, les éventuelles discontinuités de recouvrement du sol vont être à l'origine d'effets thermiques propres à modifier le comportement du rejet gazeux avec la formation de stagnations et poches. Ceci sera défini dans le cas de la section déshydratation du complexe GP2/Z par l'étude topographique, l'étude du sol et l'étude orographique et de porosité présentée dans l'étude de danger y afférente.

Un terme de réflexion au sol peut être pris en compte pour modéliser la capacité de réflexion ou d'absorption du produit sur le sol.

De façon évidente, ce phénomène est plus ou moins accentué suivant la nature du produit et l'environnement. Les coefficients universels suivants sont utilisés pour décrire le degré de réflexion du sol ; σ_0 : absorption partielle et σ_1 : réflexion totale pour un sol non poreux avec un produit ne pouvant réagir avec ce sol ou la végétation (un gaz comme le GPL sur du béton).

La modélisation dépendra ainsi de deux paramètres corrélés, nous citerons la rugosité du sol et le degré de stabilité météorologique en Pasquill, la corrélation générera un facteur de correction qui a pour finalité de réduire l'erreur quadratique de la simulation par régression linéaire.

Tableau III.9: Facteurs de correction de modélisation par corrélation des classes de stabilité et rugosité du sol

Classe de stabilité	Coefficient a			Coefficient s		
	Rugosité					
	1 cm	10 cm	1 m	1 cm	10 cm	1 m
A	0.102	0.140	0.190	0.94	0.90	0.83
B	0.062	0.080	0.110	0.89	0.85	0.77
C	0.043	0.056	0.077	0.85	0.80	0.72
D	0.029	0.038	0.050	0.81	0.76	0.68
E	0.017	0.023	0.031	0.78	0.73	0.65
F	0.009	0.012	0.017	0.72	0.67	0.58

A et S sont les coefficients relatifs à l'équation suivante calculant l'erreur quadratique σ_z de la régression linéaire :

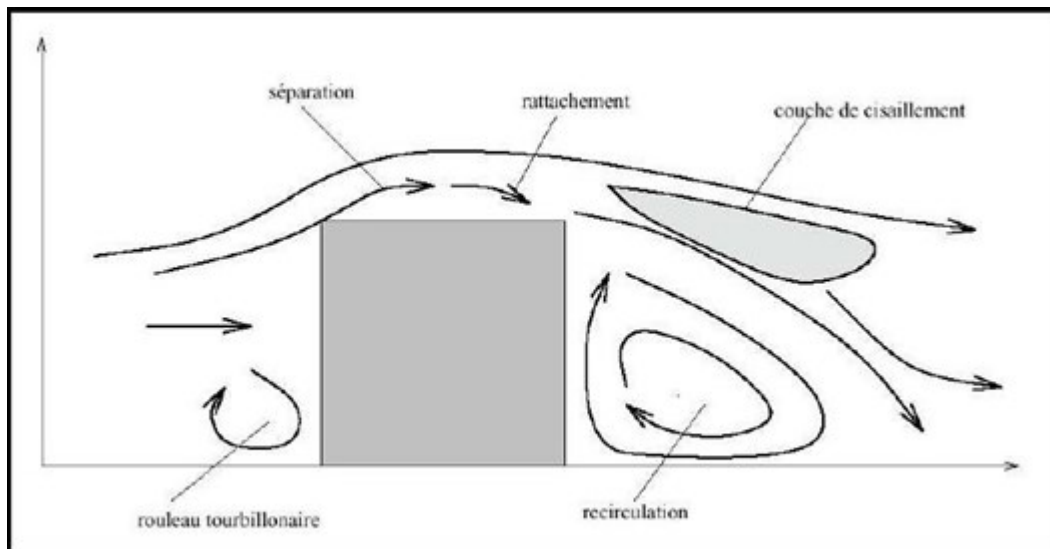


Figure III.9: Comportement d'un nuage de vapeur en contact avec un obstacle en présence d'un sol non-poreux et rugueux

- **Commentaires**

Relativement à la dispersion d'un produit, on peut observer :

En amont de l'obstacle :

- L'accroissement de la concentration ;
- L'augmentation du temps d'exposition ;
- La présence de zones de recirculation ;

- **En aval de l'obstacle :**

- La décroissance de la concentration ;
- L'augmentation du temps d'exposition ;
- La diminution de la largeur du nuage ;
- L'homogénéité verticale de la concentration.

La vitesse du vent et la densité du gaz rejeté jouent des rôles particulièrement importants. Ainsi, plus le vent est faible et le gaz est dense, plus la présence de l'obstacle se fait sentir.

III.2.1.2. Modélisation

La modélisation numérique présente a priori des avantages certains par rapport aux techniques physiques que sont les essais in situ ou à échelle réduite :

- Rapidité de l'étude ;
- Possibilité d'envisager un grand nombre de situations.

Les modèles numériques de dispersion dont nous avons usés se rangent par ordre de complexité croissante en trois principales familles :

- Les modèles gaussiens ;
- Les modèles intégraux ;
- Les modèles CFD (Computational Fluid Dynamics).

Globalement, les deux premiers types d'outils s'attachent à modéliser la dispersion à partir d'équations paramétrées et simplifiées répertoriées dans la base de données du software DNVGL PHAST v8.4

- Les temps de calcul sont courts, de l'ordre de la minute.
- La troisième famille résout directement le système d'équation décrivant les mécanismes physiques de la dispersion décrits dans les sous-chapitres précédents.
- Les temps de calcul sont plus longs, de l'ordre de plusieurs minutes. Ce type de modèle de calcul est fourni par le software Insight Influx v1.47 avec une illustration tridimensionnelle de la dispersion et de son comportement vis-à-vis des conditions météorologiques et topographiques du site.

III.2.2. Description du programme utilisé DNVGL PHAST © :

DNV Phast est une suite logicielle complète et leader de l'industrie conçue pour l'analyse quantitative des risques et l'évaluation des dangers dans le domaine de la santé, de la sécurité et de l'environnement (HSE). Développé par DNV, un fournisseur mondial de services de gestion des risques et d'assurance qualité, Phast est largement utilisé par les professionnels de la HSE, en particulier dans les industries pétrolière et gazière, chimique et des procédés. Le logiciel permet aux utilisateurs de modéliser, d'analyser et de visualiser les risques potentiels, tels que la dispersion de gaz toxiques, les incendies et les explosions, en simulant différents scénarios et en évaluant leurs conséquences potentielles. Avec ses capacités de modélisation avancées, DNV Phast fournit des informations précieuses sur la probabilité et la gravité des incidents, aidant les organisations à identifier et à atténuer les risques, à améliorer les mesures de sécurité et à se conformer aux exigences réglementaires. Les principales fonctionnalités de DNV Phast incluent une analyse exhaustive des risques, des capacités de modélisation avancées, une interface conviviale, des rapports personnalisables, l'intégration de données SIG et la conformité aux normes de l'industrie. [28]

III.2.3. Simulation par le modèle Gaussien PHAST :

Les modèles Gaussiens PHAST que nous utiliserons déterminent les lieux de l'espace où une concentration donnée est observée. Il est donc possible, en première approximation, de ne s'intéresser qu'à la distance maximale sous le vent de la source où une concentration donnée est atteinte.

Notre étude se scindera une étude estivale, les facteurs qui caractérisent ces études sont la vitesse du vent, le rayonnement solaire incident, la nébulosité nocturne, le taux d'humidité et la température de l'atmosphère, ces critères sont décrits par les degrés de stabilité cités précédemment et qui sont considérés comme des données d'entrée de la modélisation.

Ci-dessous un tableau montre des critères suivant :

Tableau III.10: facteurs qui caractérisent l'études

Etude	Température moyenne	Taux d'humidité	Vitesse du vent	Rayonnement solaire incident	Nébulosité nocturne
Estivale	22,4°C	80,4%	1-6 m/s	D	F

Ces données ont pour origine l'ONML ainsi que l'étude de danger relative au complexe GP2/Z.

The screenshot displays the DNVGL PHAST v8.4 software interface for configuring a simulation. The 'Material' tab is selected, showing the following parameters:

- Material:** GPL
- Material to track:** GPL
- Phase:**
 - Specified condition:** (Pressure/temperature)
 - Temperature:** 22.4 degC
 - Pressure (gauge):** 25 bar
 - Fluid state:** Liquid
 - Liquid mole fraction:** 1
- Pipe dimensions:**
 - Entire pipeline length:** 10 m
 - Pipe internal diameter:** 10 mm
- Release location:**
 - Elevation:** 5 m
- Dispersion scope:**
 - Concentration of interest:** 1E+06 ppm
 - Averaging time for concentration of interest:** Flammable
 - ☐ Specify user-defined averaging time

Figure III.10: paramètre de GPL et d'installation qui présenté dans le software DNVGL PHAST v8.4

Les conséquences d'un potentiel accident industriel sont entre autres quantifiées en termes de distances limites en deçà desquelles il pourrait être observé des effets sur la santé humaine irréversibles et létaux.

Pour cela, dans le cas d'un rejet de gaz inflammable, il faut apprécier :

- ✓ La distance où est atteinte la limite inférieure d'explosibilité (LIE) ;

Celle où est atteinte la limite supérieure d'explosibilité (LSE) ;

Nous procéderons pour la détermination de ces valeurs à la simulation des scénarii inventoriés pour chaque équipement et ce dans la finalité de générer un rapport permettant de mettre en évidence les éléments cités ainsi que les suivants :

- La vitesse de la fuite à la sortie
- La température du fluide à la sortie
- Le débit du fluide à la sortie
- Les fractions du fluide à la sortie
- Le diamètre des particules liquides à la sortie
- Quantité de vapeur recondensée
- Distance de recondensation de vapeur par rapport à la source

Ces données constitueront entre autres les inputs principaux de la réalisation de la modélisation CFD et seront compilées en représentation tridimensionnelle du nuage gazeux.

Remarque : La modélisation CFD ne permet pas de mesurer avec précision le volume du gaz, cette fonctionnalité reste du ressort de la modélisation Gaussienne et ce par la génération d'une coupe transversale et d'une coupe longitudinale de l'émission gazeuse.

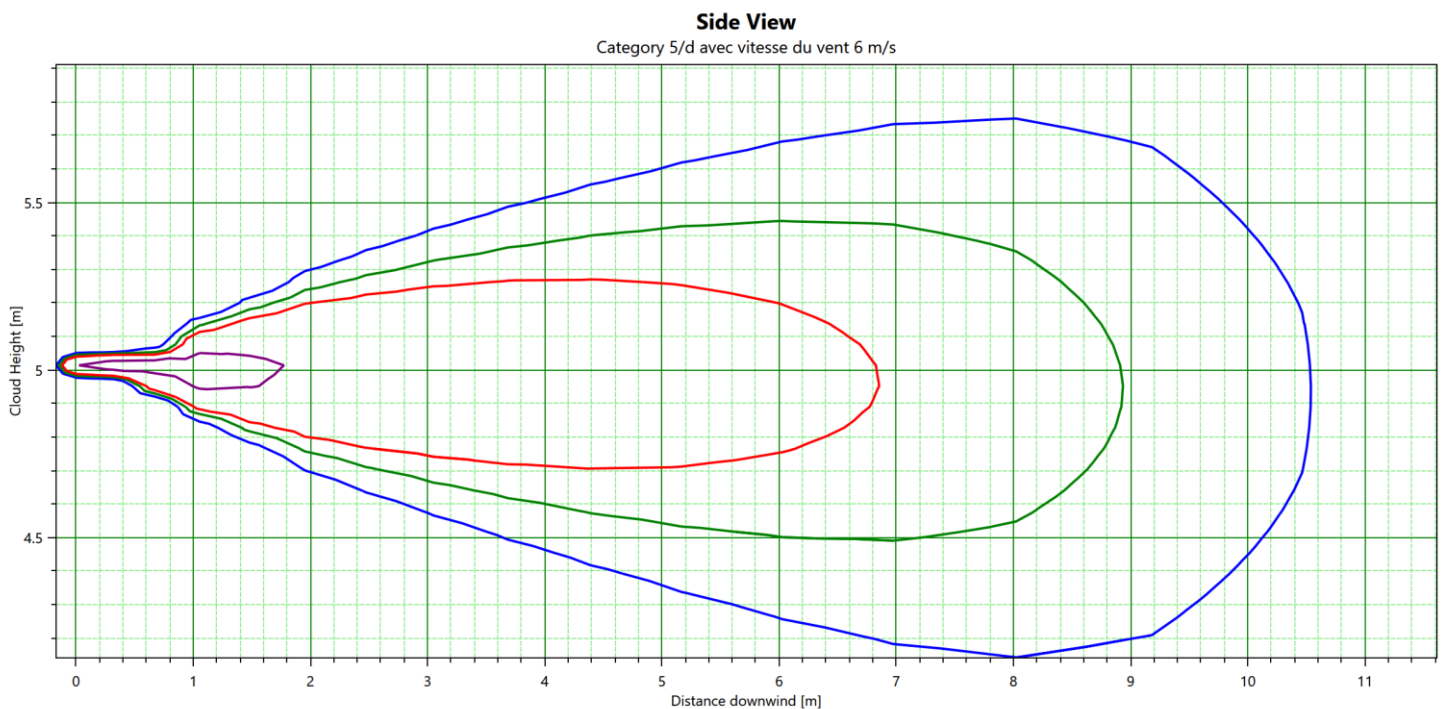


Figure III.11: Vue d'empreinte d'une fuite de 5mm et de vitesse de 5 m/s de la bride de raccordement au réseau de coalesceur et adsorbeur

Interprétation :

Le graphe apporte une information supplémentaire en décrivant avec précision l'étendue du nuage dans la direction du vent ainsi que son élévation par rapport au niveau du sol.

Path	Scenario	Weather	Peak Flowrate [kg/s]	Temperature [degC]	Liquid mass fraction in material [fraction]	Droplet diameter [um]	Velocity [m/s]	End time of release [s]
	Location specific breach	Category 5/D	0.599507	-27.7557	0.74883	148.775	156.617	0.721854

Tab	Group	Field	Value	Units
Material	Material	Material	GPL	
		Material to track	GPL	
	Phase	Specified condition	Pressure/temperature	
		Temperature	22.4	degC
		Pressure (gauge)	25	bar
		Fluid state	Liquid	

Path	Scenario	Weather	Flame length [m]	Distance downwind to intensity level 1 (4 kW/m2) [m]	Distance downwind to intensity level 2 (12.5 kW/m2) [m]	Distance downwind to intensity level 3 (37.5 kW/m2) [m]
Study\Long pipeline	Location specific breach	Category 5/D	8.35147	17.3013	11.5171	n/a

Figure III.12: Exemple de données de dispersion générées par le rapport de modélisation d'une fuite de 5mm de la bride 10" 440/6103 de déshydratation.

NB : l'étude de dispersion préétablie dans le cadre de l'Etude de dangers par le modèle gaussien ne permet pas de satisfaire les critères minimums pour une QRA sachant que le modèle CFD (influx) définissant les allures géométriques, les influences anémométriques de ventilation, les conditions météorologiques est le plus adéquats pour des résultats quantitatifs garantissant une marge d'erreur quadratique réduite.

III.2.4. Description du logiciel Influx © :

Influx d'Insight Numerics © est un logiciel avancé conçue pour les simulations de dynamique des fluides computationnelle (CFD) et la modélisation de dispersion dans le domaine (HSE). Le logiciel est spécialement conçu pour les professionnels de la HSE, en particulier dans les industries pétrolière et gazière, chimique et des procédés. Développé par Insight Numerics, un fournisseur de logiciels de pointe, InFlux est largement utilisé pour modéliser, analyser et visualiser les risques potentiels tels que la dispersion de gaz toxiques, les incendies et les explosions, en simulant différents scénarios et en évaluant leurs conséquences potentielles.

InFlux dispose d'une interface utilisateur graphique intuitive qui permet aux utilisateurs de naviguer facilement dans le logiciel, de simplifier les processus de saisie de données, d'analyse et de génération de rapports. Le logiciel permet également l'importation et le travail transparent avec les données de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), permettant une modélisation efficace et précise des installations et une analyse des risques.

Les fonctionnalités avancées de modélisation de dispersion offertes par InFlux permettent une analyse personnalisable. Les utilisateurs peuvent adapter leurs simulations et leur modélisation de dispersion aux exigences spécifiques de leur projet, notamment les configurations d'installation, les scénarios de déversement et les conditions météorologiques. InFlux permet également l'utilisation de calcul haute performance pour exécuter des simulations et des analyses à grande échelle, garantissant des résultats précis et rapides. [29]

III.2.5. Simulation par le modèle influx :

Ces données seront l'input à l'étude de dispersion par le modèle dynamique computationnel des fluides CFD :

The screenshot displays the input interface for the INSIGHT NUMERICS INFLUX v1.47 software. The main form includes the following fields and values:

- Type:** High Pressure Gas Leak (dropdown menu with subtext: Upstream pressure, temperature, hole size, composition, isentropic expansion.)
- Name:** Brèche Bride (text input)
- Template:** (empty dropdown menu) with a **Reset** button.
- Gas:** GPL (dropdown menu) with a small icon button.
- Upstream Pressure:** 25 bar(g) (text input)
- Upstream Temperature:** 22.4 °C (text input)
- Discharge Coefficient:** 0.8 (text input) and **Auto-Add:** ☐
- Hole Size, Location and Orientation:** (collapsible section)
 - Diameter:** 5 mm (text input) with a **Use Flow Rate** link.

To the right of the form, a panel provides detailed information for the selected gas, **GPL** (Propane 60 %vol, n-BUTANE 40 %vol):

- Molecular Mass:** 49.71 g/mol
- Specific Heat Capacity:** 1657 J/kg.K at NTP
- Molecular Viscosity:** 7.84e-06 Pa.s at NTP
- Thermal Conductivity:** 0.0166 W/m.K at NTP
- LFL:** 1.85 %vol
- UFL:** 8.60 %vol
- Stoichiometric:** 3.18 %vol

Figure III.13: Interface des inputs de la modélisation CFD du software INSIGHT NUMERICS INFLUX v1.47

La simulation du comportement physique du nuage de vapeur se fera par la modélisation de la dynamique computationnelle des fluides (CFD) par INSIGHT INFLUX v1.47.

Le modèle numérique tridimensionnel Influx v1.47 permet de simuler les rejets de gaz en prenant en compte l'ensemble des phénomènes intervenant de façon significative sur la dispersion, qu'ils soient liés à l'atmosphère comme la turbulence thermique, au site comme les obstacles ou le relief.

Ce modèle s'attache donc à résoudre directement le système d'équations physiques qui gouverne la dispersion sans le dégrader comme dans la démarche des modèles de type intégral et Gauss utilisé par PHAST v8.4

Le système d'équations du modèle physique est composé de :

- La conservation de la quantité de mouvement du nuage gazeux de GPL ;
- La conservation de l'énergie ;
- La conservation de la masse d'air en prenant compte les paramètres Pasquill du complexe GP2Z ;
- La conservation de la quantité de GPL ;
- L'équation d'état du mélange gazeux afin de déterminer les différentes phases du rejet ;
- L'équation donnant la masse molaire du mélange dans le but de déterminer la LII et LSI.

Nous prendrons pour exemple la simulation des termes sources cités précédemment en entamant une comparaison entre les deux modélisations, à savoir Gaussienne et CFD.

Ci-dessous une représentation tridimensionnelle d'une fuite de 5mm de la bride 10" 440/6103 du raccordement de déshydratation entre coalleseur et l'adsorbeur :

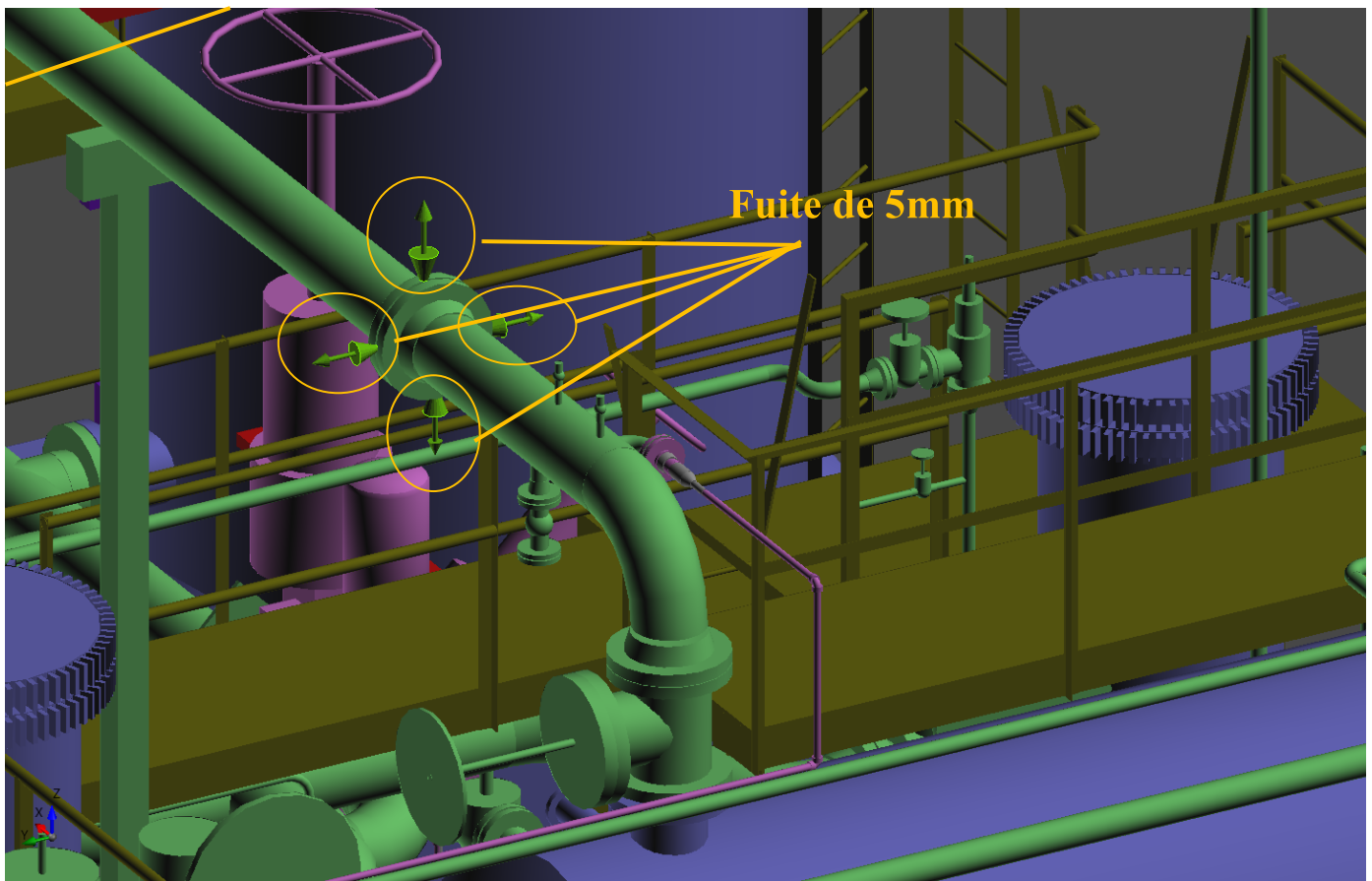


Figure III.14: Représentation 3D de la bride 440/6103 d'unité déshydratation

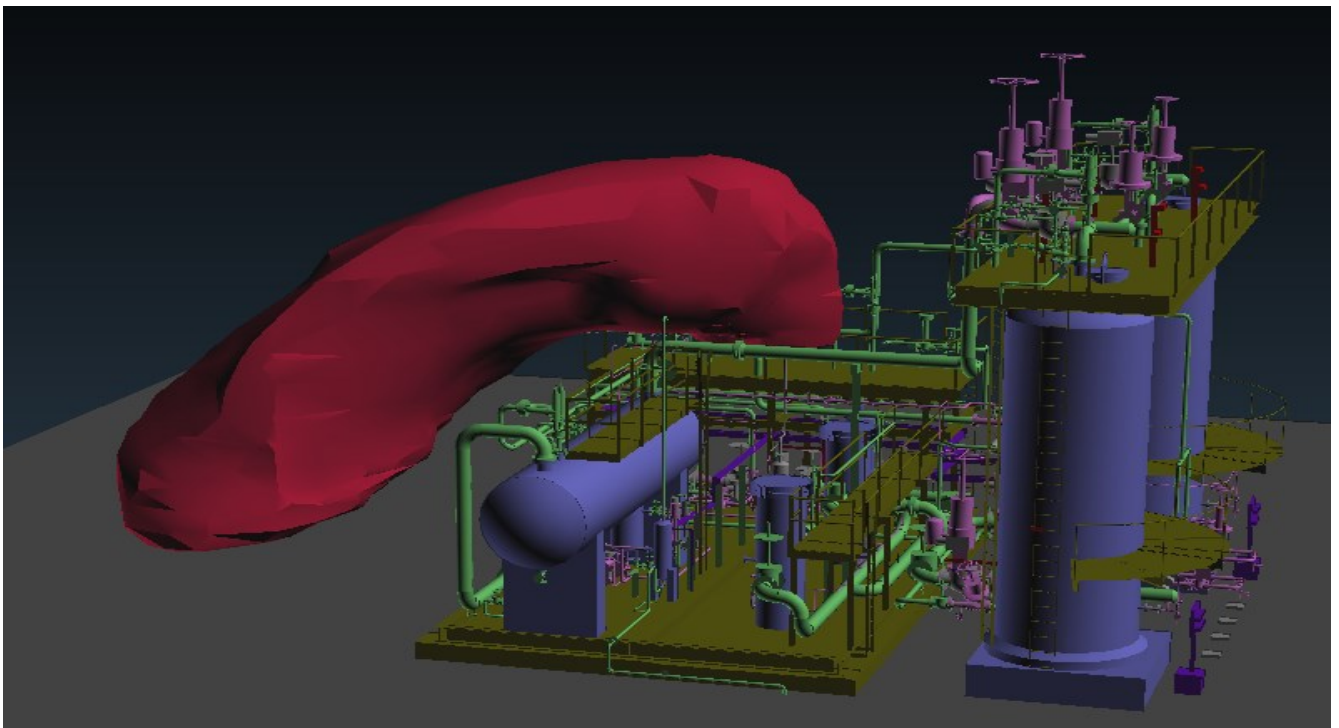


Figure III.15: modélisation CFD de la fuite de 5 mm de la bride de raccordement au réseau de coalesceur et l'adsorbeur(side view)

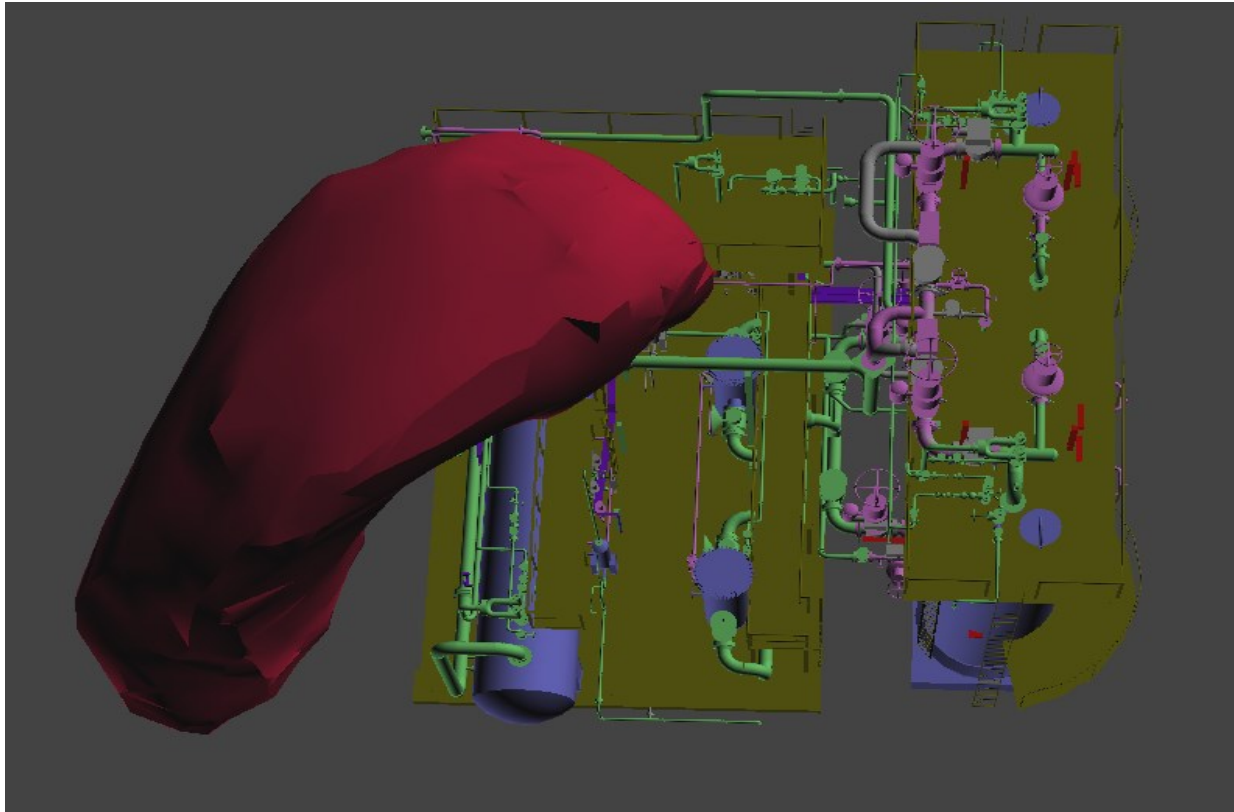


Figure III.16: modélisation CFD de la fuite de 5 mm de la bride de raccordement au réseau de coalesceur et l'adsorbeur (Top view)

N.B : Vu les contraintes temporelles liées à la simulation CFD par le software Insight InFlux v1.47 caractérisées par une modélisation du rejet plafonnée à une durée de 56 s.

Nous avons été dans l'obligation d'effectuer un calcul manuel par le modèle corrélatif de rejet continu Pasquill-Turner appuyé par les résultats graphiques de la simulation gaussienne par DNVGL PHAST v8.4, et ce dans le but d'estimer la distance relative au rain-out du panache, cette modélisation complémentaire est requise pour la définition des zones de détection vu l'implantation des détecteurs du système mit en place.

Nous soulignons que le modèle utilisé est également applicable aux points hauts de l'installation, ci-dessous un exemple de modélisation effectuée pour le cas de la bride 440-6103/ de l'unité de déshydratation :

Le modèle de rejet continu Pasquill-Turner s'écrit comme suit :

$$D = \int Q/2\pi v \sigma_y \sigma_z \exp(-(y-y_0)^2) (\exp(-z-z_0)^2) + \alpha \exp(-(z+z_0)^2))$$

D : Distance approximative du rain-out

Q : Débit de la fuite

σ_y : Degré de stabilité Pasquill suivant le plan y

σ_z : Degré de stabilité Pasquill suivant le plan z

Y : Coordonnée du point extrême du panache suivant le plan Y Z : Coordonnée du point extrême du panache suivant le plan Z z0 : Coordonnée du point de fuite suivant le plan Z

y0 : Coordonnée du point de fuite suivant le plan Y v : Vitesse du panache au point de fuit

L'application numérique indique que la distance parcourue par le panache sur le plan X avant de subir le phénomène de rain-out et entamer une descente vers le sol est de $D = 8.43$ m.

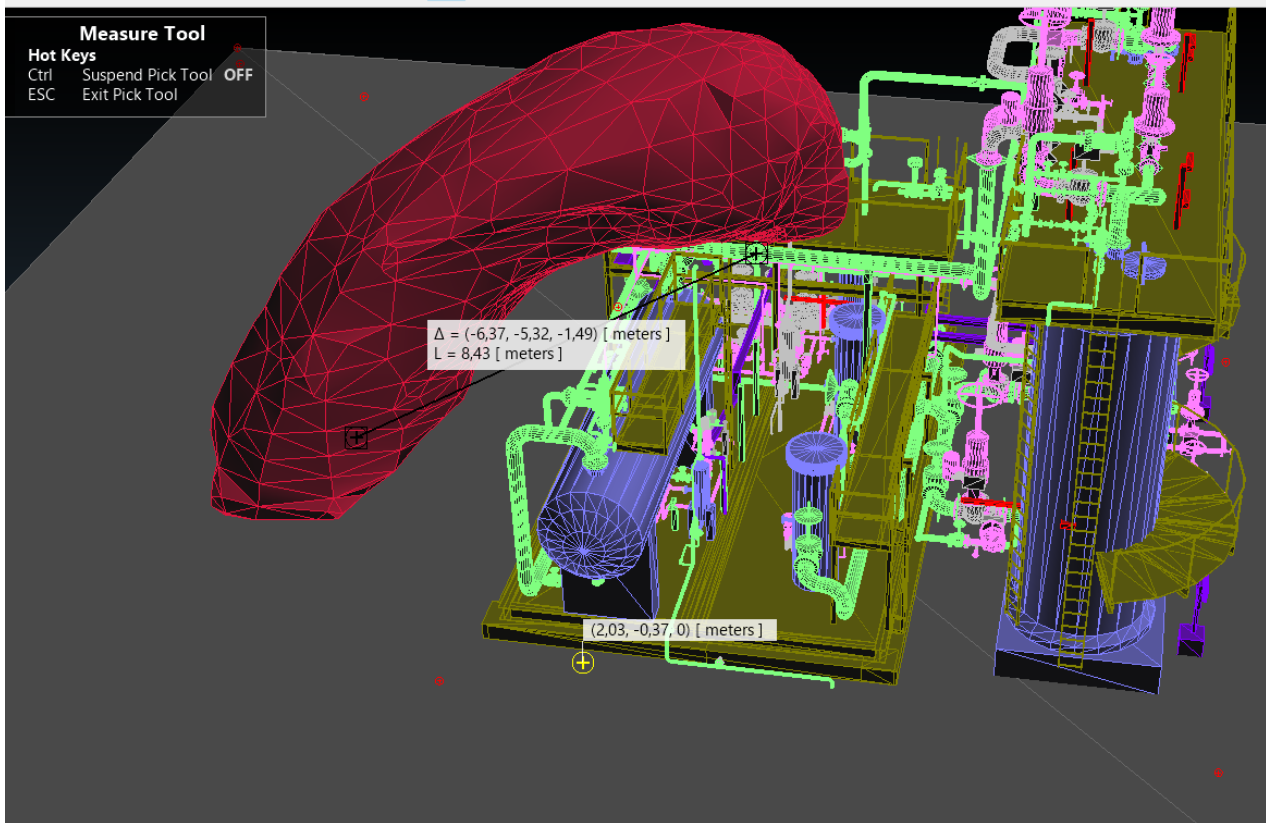


Figure III.17: Schématisation de la distance nécessaire à la condensation du panache de GPL de la fuite de la bride

- Ci-dessous un autre exemple d'une représentation tridimensionnelle de point bas de canalisation :

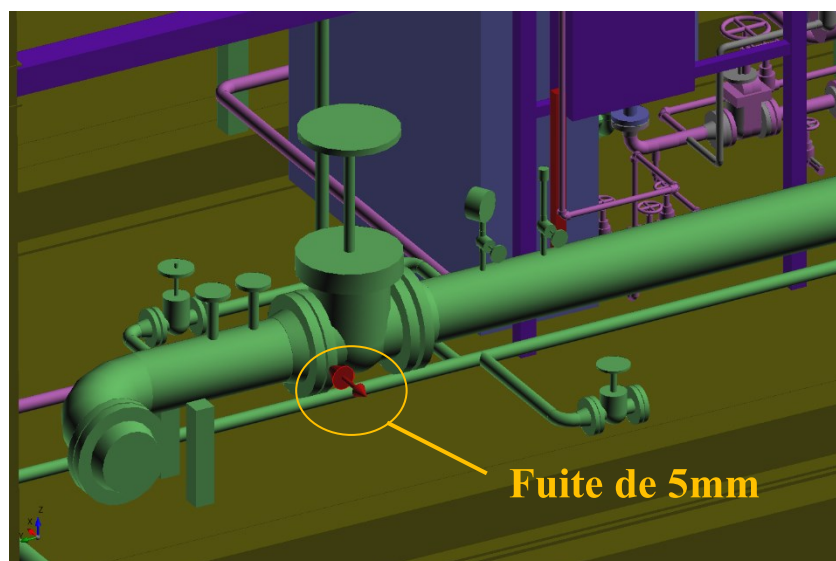


Figure III.18: Localisation de point bas des Vanne d'unité deshydratation

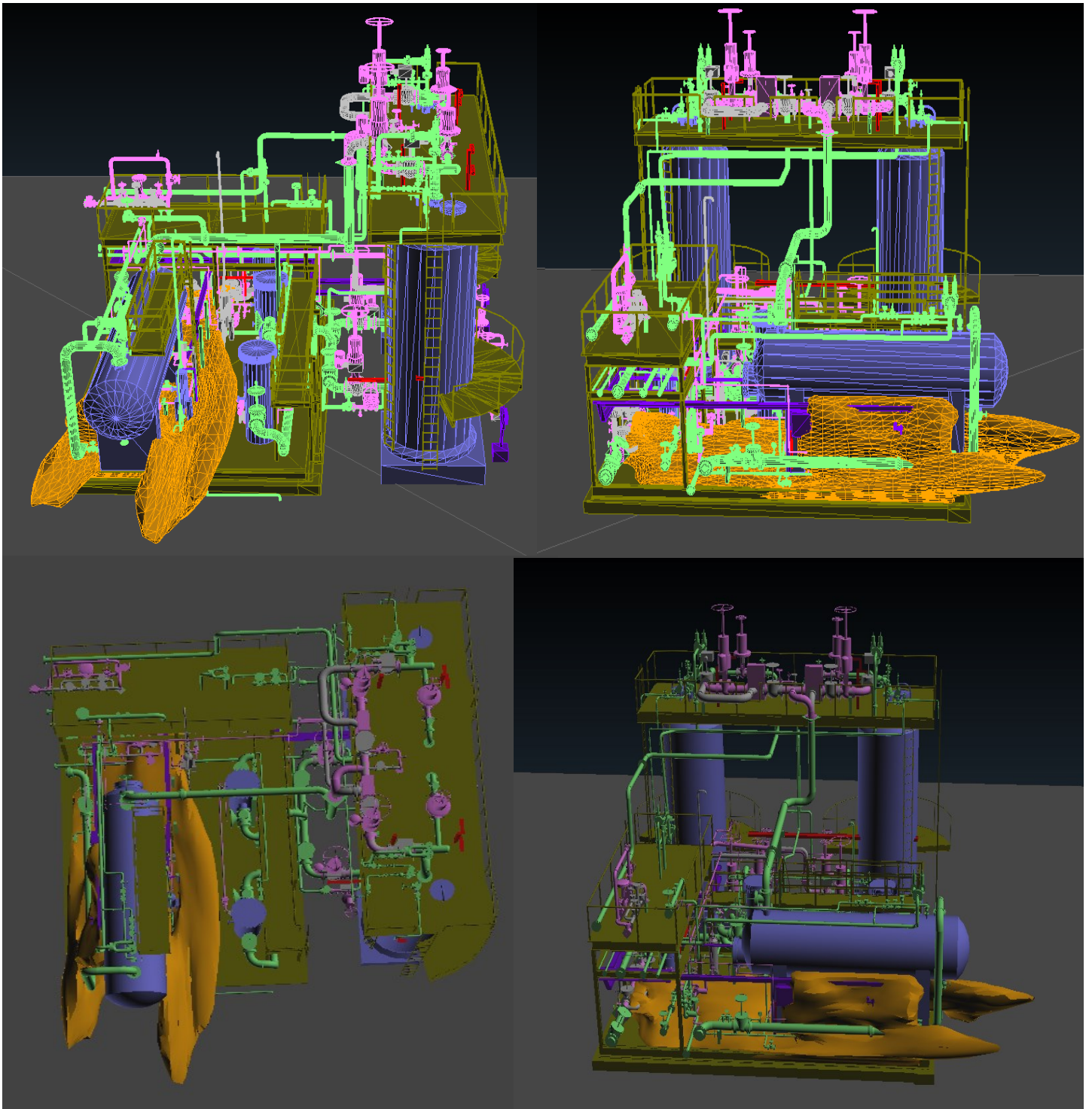


Figure III.19: modélisation CFD de la fuite de 5 mm de la vanne

N.B : Les exemples de modélisation mentionnés ont été élaborés sur la base des conditions suivantes :

- Vent d'azimut 0° Nord d'une vitesse de 6 m/s
- Température de 22.4°C
- Degré de stabilité météorologique diurne 5/D Pasquill.

III.2.6. Définition du zonage de détection F&G de la section de déshydratation

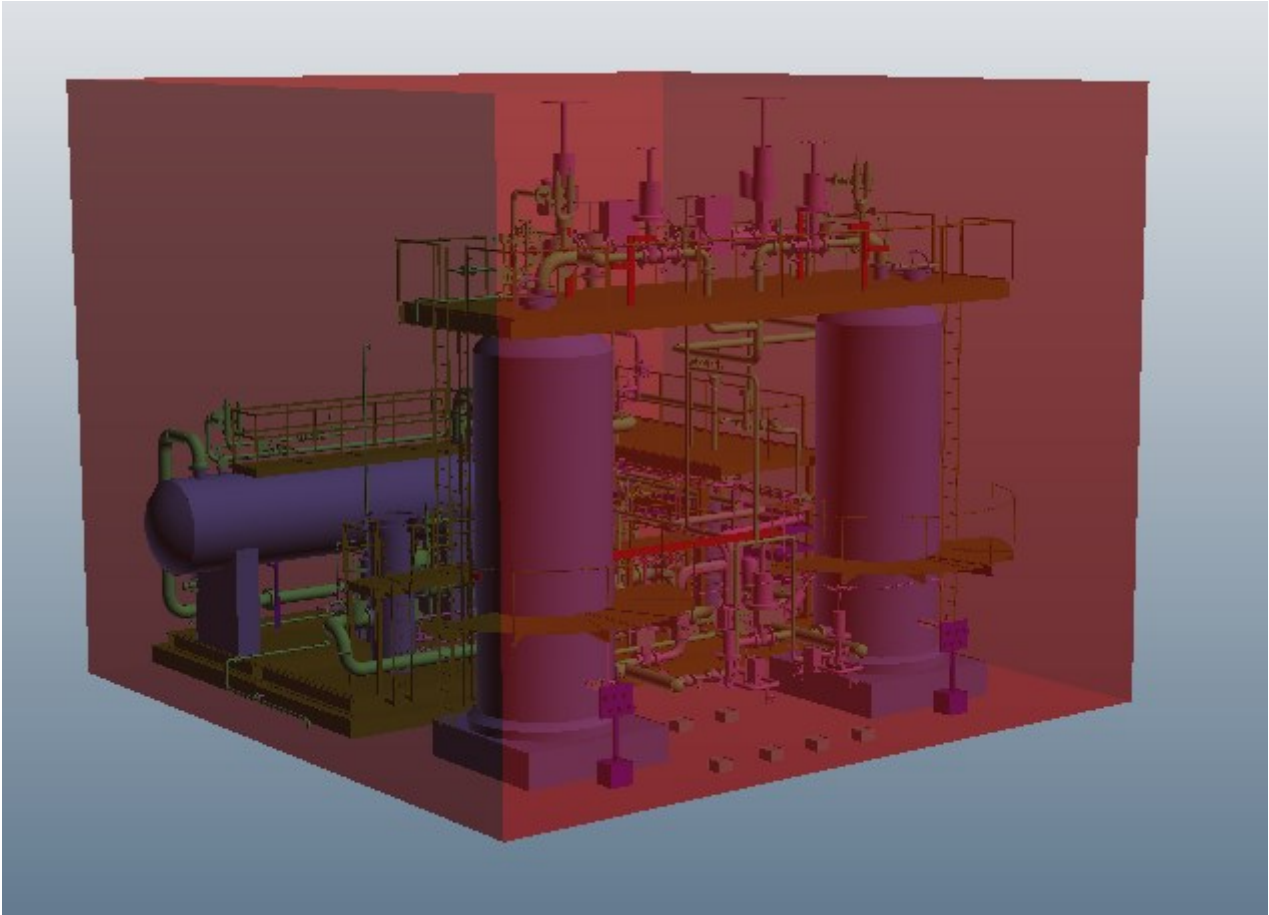


Figure III.20: zonage de détection F&G de la section de déshydratation

Nous avons choisi de couvrir la totalité de l'installation étant donné qu'elle présente un risque de niveau A selon le document de la classification des risques (HAZOP). L'usine ne dispose que d'une seule installation de ce type, il n'y a donc aucune tolérance pour une couverture partielle ou nulle. L'installation comprend de nombreuses canalisations et équipements sensibles, et toute défaillance pourrait avoir des conséquences catastrophiques. Pour ces raisons, la seule option fiable pour assurer le bon fonctionnement de l'usine et la sécurité du personnel était de choisir une couverture totale, avec des contrôles et une maintenance régulière pour détecter rapidement tout problème potentiel. Cette solution garantit le niveau de fiabilité le plus élevé pour une installation aussi critique.

En résumé, le choix d'une couverture intégrale se justifie par le haut degré de risque, l'absence de redondance, la complexité de l'installation et l'importance cruciale de sa fiabilité. C'est l'approche la plus prudente et raisonnable pour une usine de ce type.

La simulation du comportement des panaches de gaz inflammable à savoir ceux du GPL permet de prédire les champs de couverture des détecteurs de gaz à implanter pour une future étude d'optimisation via mapping 3D. [30]

Troisième partie : Evaluation de l'implantation actuelle

III.1 Introduction

Dans le cas de la section de déshydratation, la présence d'un seul détecteur de flammes (absence de redondance) pour chaque sous-zone géographique exclu la notion de logique de vote et induit par conséquent une probabilité importante d'alarmes intempestives ou de fausses détections.

Tel que démontré dans la rubrique qui suit, les différents critères définissant le « couvrage » de détection dans la section de déshydratation du complexe GP2/Z

III.2 Description de programme utilisé "DETECT 3D © v2.54"

Detect3D est un logiciel de détection incendie avancé conçu pour aider les professionnels de la sécurité incendie à évaluer les risques, à concevoir des systèmes de détection incendie et à planifier les interventions d'urgence. Développé par IST, un leader de l'industrie en matière de sécurité incendie, Detect3D est largement utilisé dans les industries pétrolière et gazière, minière, de l'énergie et du transport.

Detect3D est le logiciel de pointe de cartographie des incendies et des gaz entièrement en trois dimensions. Utilisation de la conception intégrée environnement, détecteurs de flamme en ligne de mire, point IR et détecteurs de gaz à voie ouverte ainsi que toxiques et acoustiques les détecteurs peuvent être positionnés et orientés de manière interactive dans n'importe quelle géométrie. Obstructions au champ du détecteur de flamme-de vue sont calculés avec précision en 3D complète en projetant des milliers de rayons à partir de chaque emplacement de détecteur.

L'utilisateur peut facilement identifier les zones de couverture nulle et ajuster de manière interactive la position ou l'orientation des détecteurs pour recevoir des commentaires en temps réel, pour concevoir rapidement les configurations de détecteurs d'incendie et de gaz les plus performantes. [31]

III.3 Implantation et calcul de couvrage actuels des détecteurs

La documentation fournie par le service d'études affilié au département technique du complexe GP2/Z nous ont permis d'avoir des informations sur le plan d'implantation et le nombre de détecteurs de la section de déshydratation tel que conçu par IHI, nous scinderons les plans en deux catégories incluant les plans de la détection de gaz et feu distinctement.

La logique de vote (appelée MOON) correspond au nombre de détections à prendre en considération pour la validation d'une alarme dans le cas d'une couverture commune de plusieurs détecteurs.

Ci-dessous le plan d'implantation des détecteurs de gaz :

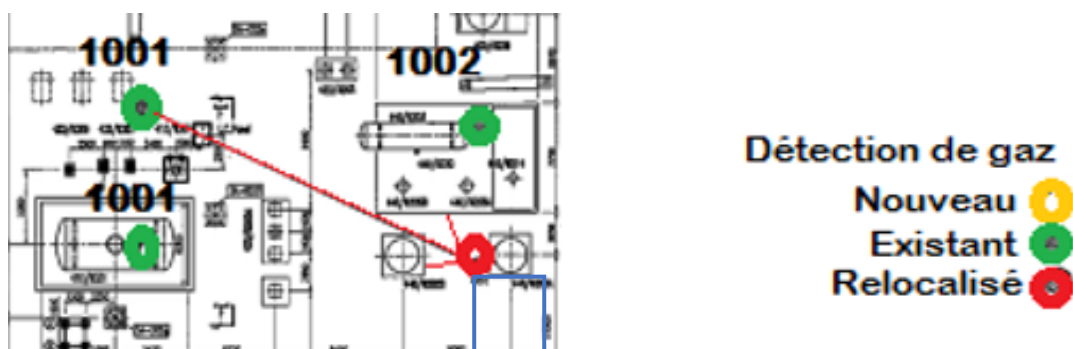


Figure III.21: Implantation actuels des détecteurs de gaz

III.3.1. Détecteur de gaz

Le détecteur de gaz relocalisé illustré dans le plan (en couleur orange)

Le détecteur déjà mis en place (en couleur verte) dans la simulation de la couverture. [32]

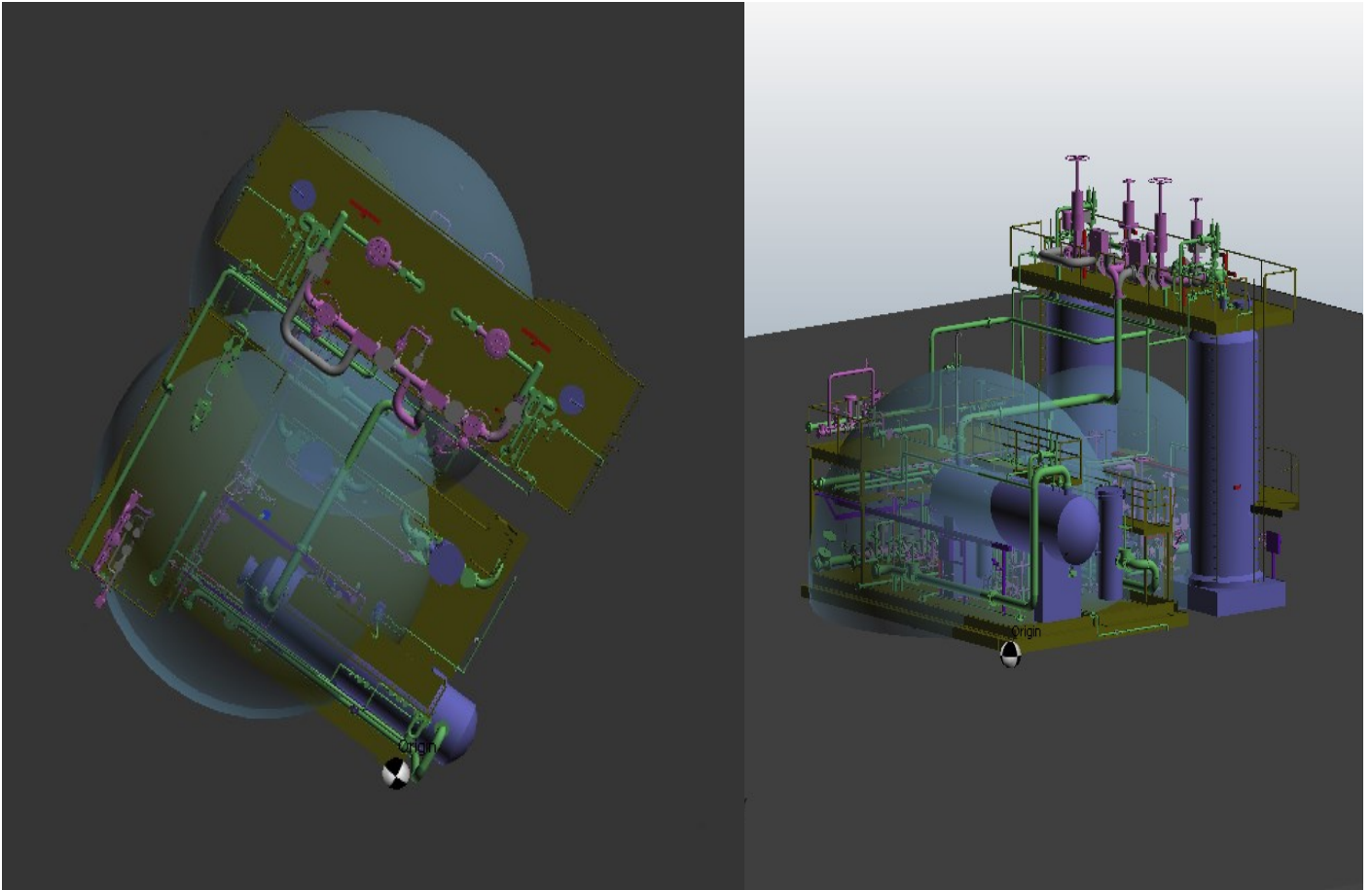


Figure III.22: couvrage des détecteurs de gaz de section de déshydratation

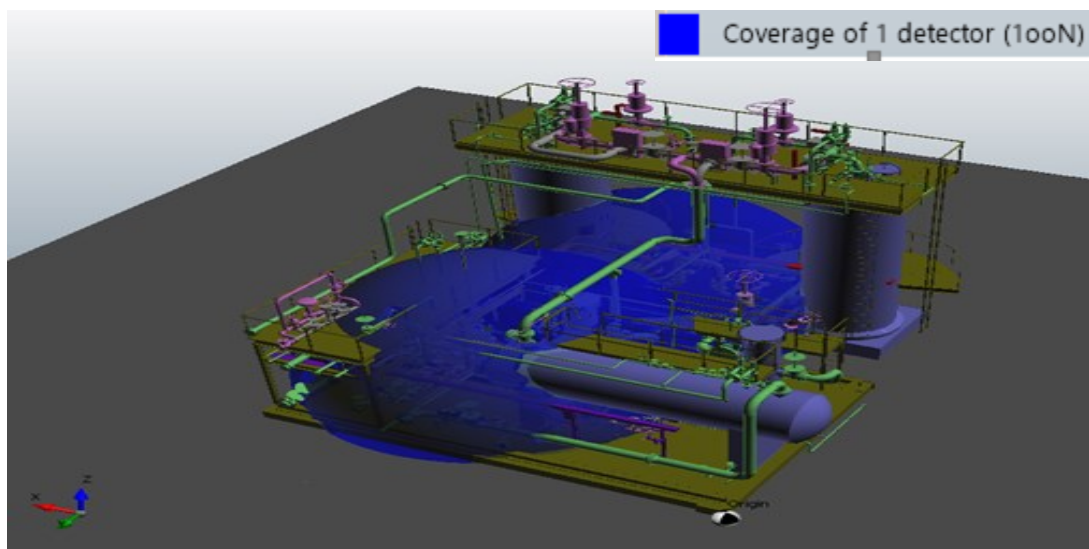


Figure III.23: couvrage des détecteurs de gaz de section de déshydratation

Les résultats de la simulation démontrent un déficit de couverture de la zone générique de détection en adéquation avec l'allure de la dispersion du panache de gaz inflammable, le calcul met en exergue un déficit de couverture de 77%

La philosophie d'implantation telle qu'établie par IHI, et allouant un détecteur spécifique à chaque équipement stratégique, ne permet pas de mettre en place une logique de vote afin d'exclure les alarmes intempestives.

Cette philosophie ne permet pas aussi d'atteindre un niveau d'intégrité de la sécurité adéquat vu l'absence de redondances des détecteurs.

III.3.2. Détecteur de flamme :

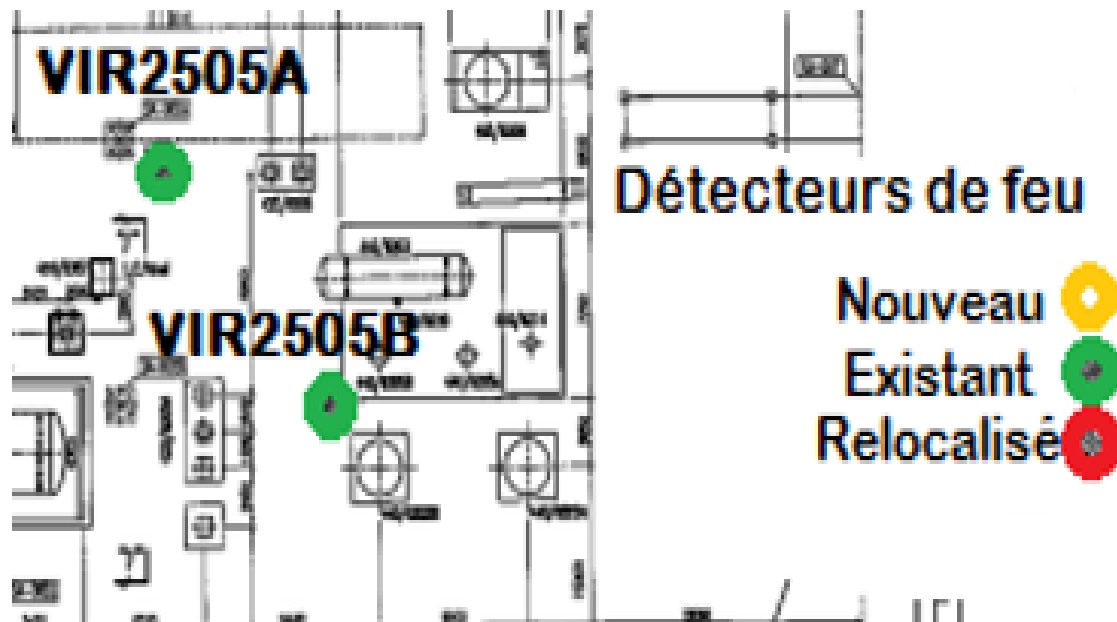


Figure III.24: Implantation actuels des détecteurs de flamme

NB :L'aperçu généré ne prend pas en compte la présence des obstacles et ne démontre aucune réflexion du rayon de détection sur une quelconque surface. Ci-dessous un exemple de la modélisation tridimensionnelle de l'allure du champ de vision du détecteur SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex implanté dans l'aire de déshydratation issue de l'exploitation des données techniques citées précédemment.

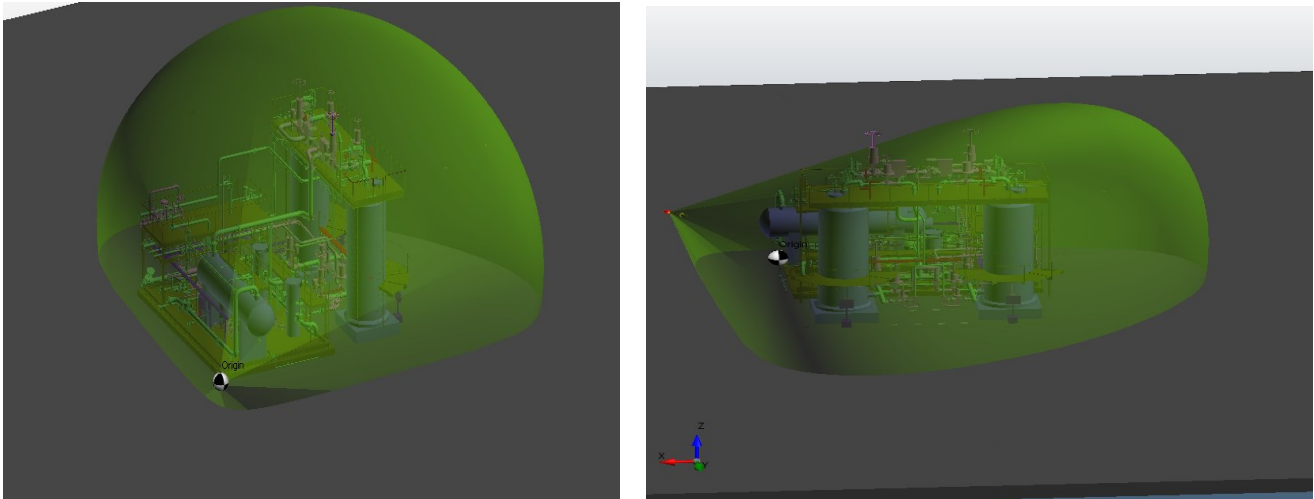


Figure III.25:Représentation longitudinale tridimensionnelle de l'allure géométrique du champ de vision intrinsèque du détecteur de flamme de l'aire de déshydratation

III.3.3. Interpretation

Après simulation, le modèle tridimensionnel démontre que le champ de vision effectif du détecteur de flammes SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex implanté dans l'aire de déshydratation placé à une hauteur de 2.31m du niveau du sol et d'une inclinaison longitudinale d'un azimuth de 135° , d'un angle de vision transversale de 0° ne couvre qu'un volume de 36.7 % du champ de vision intrinsèque.

Cette interprétation nous permet de faire la comparaison pour le même exemple entre le champ de vision effectif couvrant la zone de détection de déshydratation en prenant en compte la présence d'obstacles, la modélisation tridimensionnelle suivante permet de bien définir la nuance entre le champ de vision effectif et intrinsèque du détecteur de flamme SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex pour ce cas de figure.

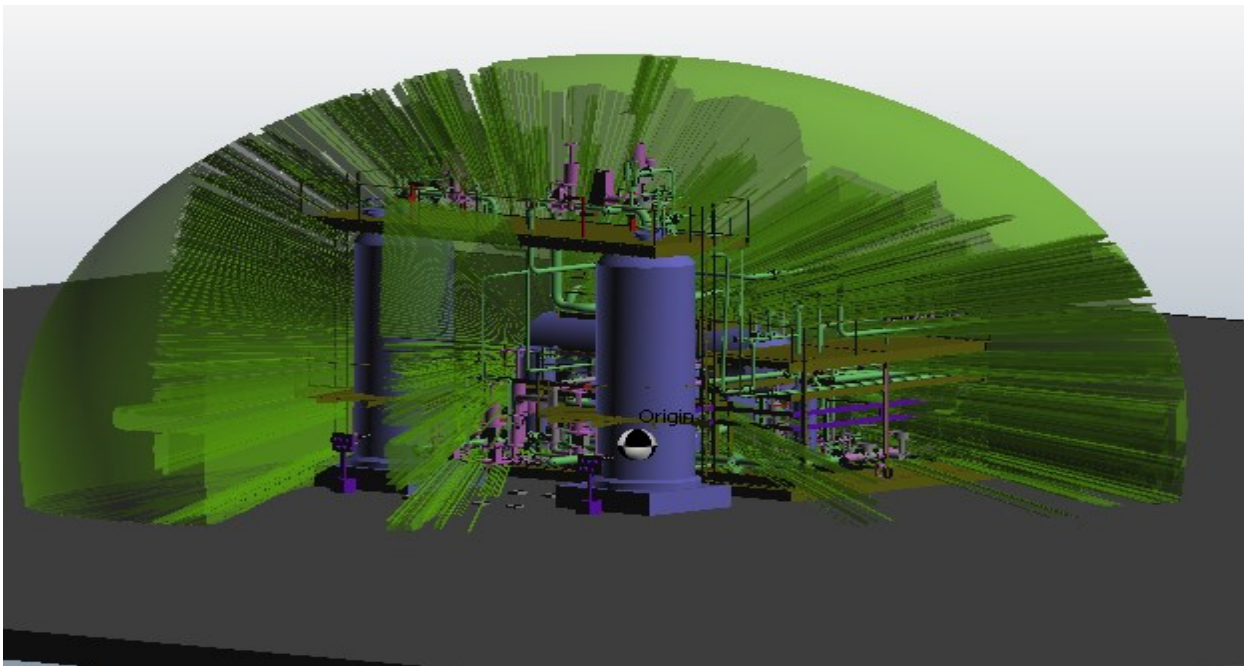


Figure III.26:Nuance des champs de vision effective du détecteur de flammes SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex

III.3.4. Discussion les résultats obtenus

Les résultats de la simulation démontrent un déficit de couverture de la zone générique de détection dédié au zonage de détection, le calcul met en exergue un déficit de couverture de 63.3 % dans la zone de détection de déshydratation.

Le nombre de détecteurs ne permet pas de mettre en place une logique de vote afin d'exclure les alarmes intempestives.

La sélection de ces exigences de performance pour les systèmes incendie et gaz est un exercice d'analyse de risque dans lequel les risques d'incendie et de fuite de gaz sont analysés pour les équipements de traitement dans une zone spécifique par une approche de ségrégation des aires de monitoring tel que défini par la méthodologie que nous avons proposée, puis des objectifs de performance sont sélectionnés pour réduire ces risques à des niveaux tolérables.

Notre constat est que la philosophie d'analyse des risques implémentée dans le complexe GP2/Z en vue d'une conception d'un système F&G s'est axée sur un regroupement des aires à surveiller en une seule zone commune sans prendre en compte les nuances pouvant être observées en termes de design des équipements, de différence des paramètres opératoires, des similitudes de probabilités d'occurrence des événements dangereux et de divergences relatives au comportement des fluides dangereux stockés.

Cette approche a fait en sorte que le design du système ne se fasse qu'en s'appuyant sur le zonage ATEX de la section de déshydratation en négligeant l'étude de dispersion tel que mentionné dans les recueils de bonnes pratiques, normes et standards internationaux traitant le design des systèmes de détection F&G cités précédemment.

Chapitre IV :

Optimisation des performances de la détection F&G de la section de déshydratation

IV.1 Introduction

Dans la finalité de fiabiliser les systèmes de sécurité axés sur la logique de détection feu et gaz il est nécessaire de vérifier si les objectifs de couverture du détecteur ou les objectifs de disponibilité de sécurité ne sont pas atteints, le cas échéant le concepteur doit modifier la conception initiale du FGS après avoir étudié les cartes de couverture et les calculs de disponibilité de sécurité pour déterminer les points où la conception pourrait être améliorée.

L'emplacement du détecteur est alors modifié ou d'autres attributs sont modifiés, tels que la redondance des intervalles de test et même le type d'équipement utilisé, dans le but d'améliorer la couverture et la disponibilité.

Les calculs de vérification doivent ensuite être réexécutés et ce processus doit être poursuivi de manière récursive jusqu'à ce que les objectifs de performance soient atteints.

Ce chapitre sera donc dédié à l'atteinte de résultats optimaux en termes de performance du système feu et gaz ciblera l'optimisation d'éléments considérés comme le fer de lance de tout système de détection anti-incendie, nous citerons :

- Le nombre et type de détecteurs.
- La philosophie de conception et d'implantation régissant la logique de vote.
- Ainsi que la stratégie de maintenance garantissant une probabilité minimale de défaillance acquise à la sollicitation.

IV.2 Optimisation de la couverture de détection

Contrairement au règle empirique et au jugement d'expert utilisé précédemment lors de la fiabilisation du complexe GP2/Z En 2005, l'emplacement des détecteurs de gaz et de flamme seront revu en se basant sur étude de danger et une analyse des risques, la réduction de ces fuites se fait suivant le zonage de la section de déshydratation. La zone la plus dangereuse nécessite une réduction de fuites plus importante qu'une zone moins dangereuse.

Le tableau ci-dessous illustre le Pourcentage de couvrage à obtenir selon le zonage, ce tableau est issu de la norme ISA84.00.07 :

Tableau IV.11: Pourcentage de couvrage à obtenir

	Pourcentage de couvrage à obtenir
Zone 1	90%
Zone 2	80%
Zone 3	60%

Tableau IV.12: Classification des zones dangereuses du complexe GP2/Z

grade	Numérotation Section	Description de la section
A	01	Arrivée et stockage de la charge
	02	Déshydratation
B	03	Séparation
	04	Réfrigération
	05	Système d'huile chaude (four)
C	06	Bacs de stockage + chargement navire
	07	Sphères de stockage + chargement camion
	08	BOG propane
	09	Système fuel gas (GN)
	10	Système torche et blow down

En se référant au document [annexe10-6 HAZOP GP2/Z] ‘‘classification des zones dangereuses du complexe GP2/Z‘’, l’intégralité de la zone de déshydratation est une zones 1, ce qui nécessite un couvrage de 90% de zone.

Les détecteurs de gaz seront soit gardé tel qu’il, soit relocalisé, soit ajouté un nouveau pour atteindre l’objectif, le tableau ci-dessous montre les étapes d’optimisation des emplacements des détecteurs de gaz afin d’atteindre l’objectif. [33]

Donc Nous soulignerons avoir substitué le détecteur de flamme IR SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex par le détecteur de flamme UV-IR HONEYWELL SATRONIC Fire Sentry FSL100 lors de la simulation de la couverture, ceci après que nous ayons jugés qu’il ne répondait pas aux critères de performances tel que mentionné dans le chapitre précédent.

L’autre modification réside dans le nombre de détecteur augmenté à 2 pour couvrir un maximum de surface dans l’aire à surveiller telle que décrite par l’allure du panache de gaz inflammable décrit par la modélisation CFD de l’étude de dispersion. L’orientation des détecteurs a aussi été modifiée pour obtenir les paramètres suivants ; Azimut de -35° avec inclinaison de -19° en direction du Nord-Est.

Ci-dessous la photo du nouveau détecteur choisi :



Figure IV.27: Le détecteur Honeywell SATRONIC Fire Sentry FSL100

Notre choix de ce modèle est justifié par :

- La double détection UV/IR permet de fiabiliser la détection de flamme.
- La haute résistance aux intempéries et rejet des fausses alarmes dues aux rayonnements solaires
- La durabilité des composants électroniques pour un coût minimum de maintenance.
- Une géométrie de l'extrémité du champ de vision en blending offrant un volume de détection plus important pour l'inclinaison et l'azimut choisis.
- Temps de réponse extrêmement réduit (estimé à 0.0019s) avec interrogateur d'alarme intégré pour l'auto-vérification de la fiabilité de réponse à la sollicitation. [34]

Ci-dessous la figure illustrant respectivement l'allure générée par le software de détection et celle fournie par la fiche technique du détecteur de flamme Honeywell :

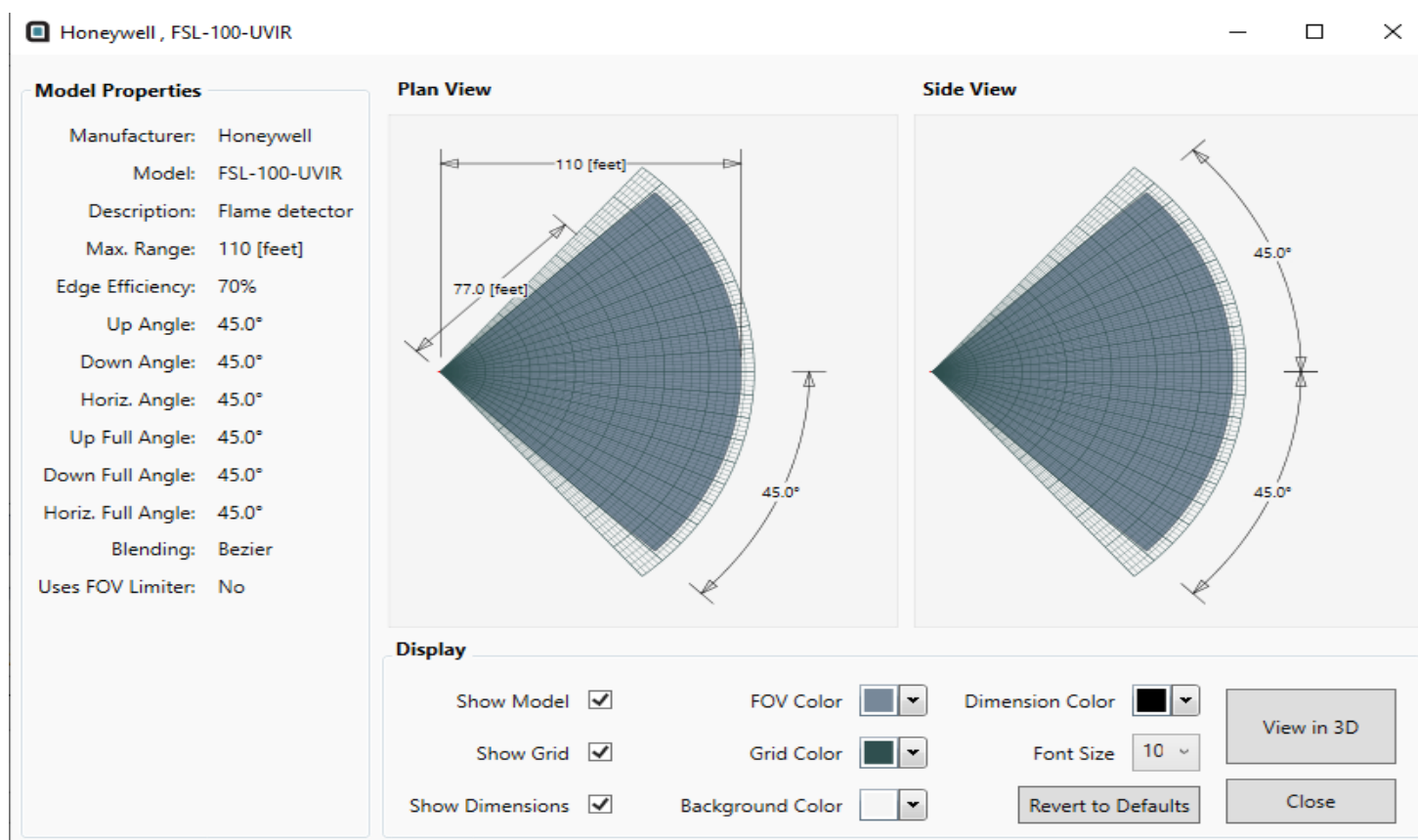


Figure IV.28: Allure du champ de vision générée par INSIGHT DETECT 3D v2.54

IV.2.1. Optimisation de la couverture de détection de flamme

Ci-dessous le nouveau plan d'implantation des détecteurs de flamme que nous avons proposé :



Figure IV.29: nouveau plan 2D d'implantation des détecteurs de flamme

Les modifications apportées au design dans le cadre de l'optimisation du couvrage sont les suivantes :

- Substitution du détecteur SIEMENS CERBERUS par HONEYWELL FIRESENTRY.
- Changement de l'azimut transversal du détecteur 1 de 135° vers -35°
- Variation de l'inclinaison longitudinale du détecteur 1 de 0° vers -19°
- Ajout d'un détecteur de flamme sur l'autre côté avec l'angle transversal de 139° et de l'inclinaison longitudinale de -26° et une élévation de 3.1m.

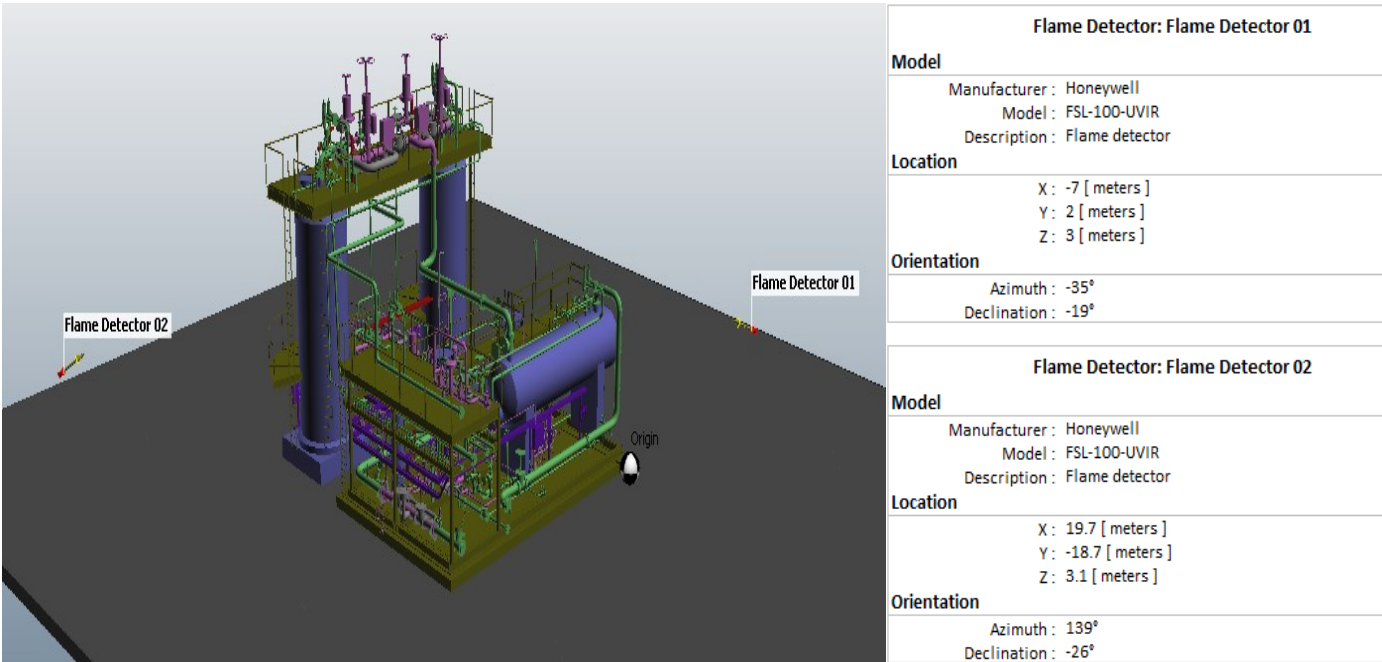


Figure IV.30: nouveau plan 3D d'implantation des détecteurs de flamme

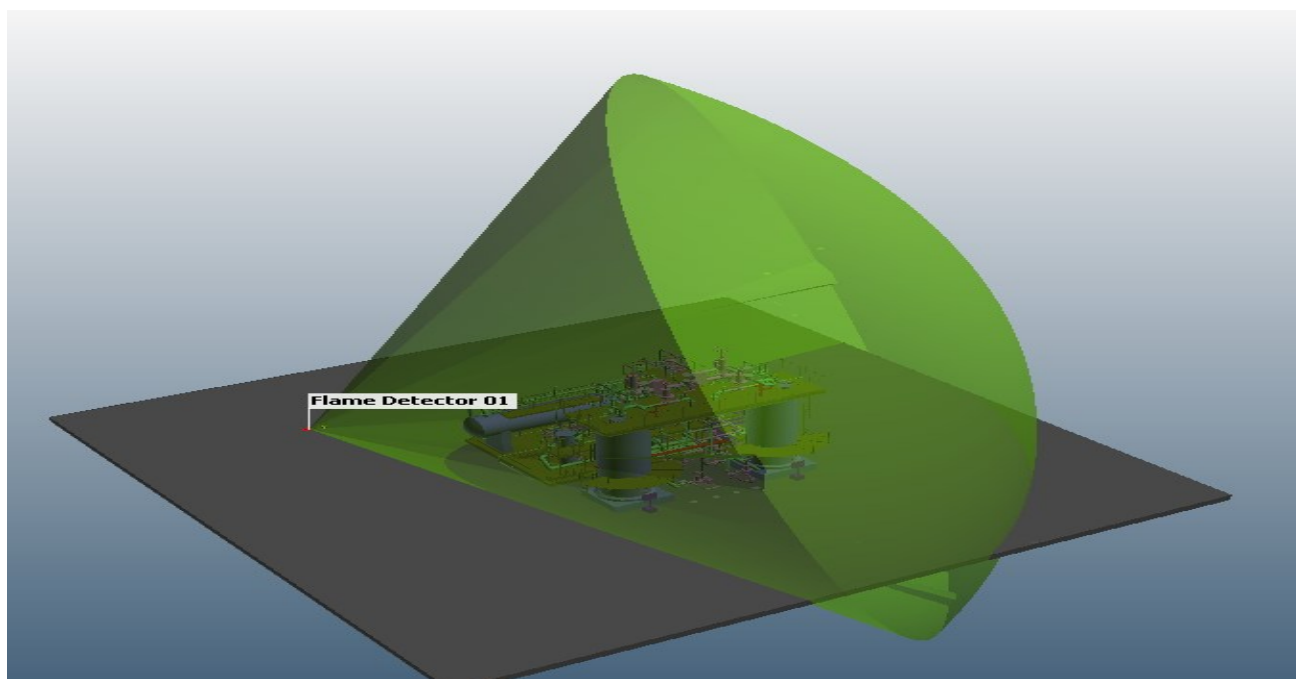


Figure IV.31: le couvrage bidimensionnelle de nouveau détecteur (01)

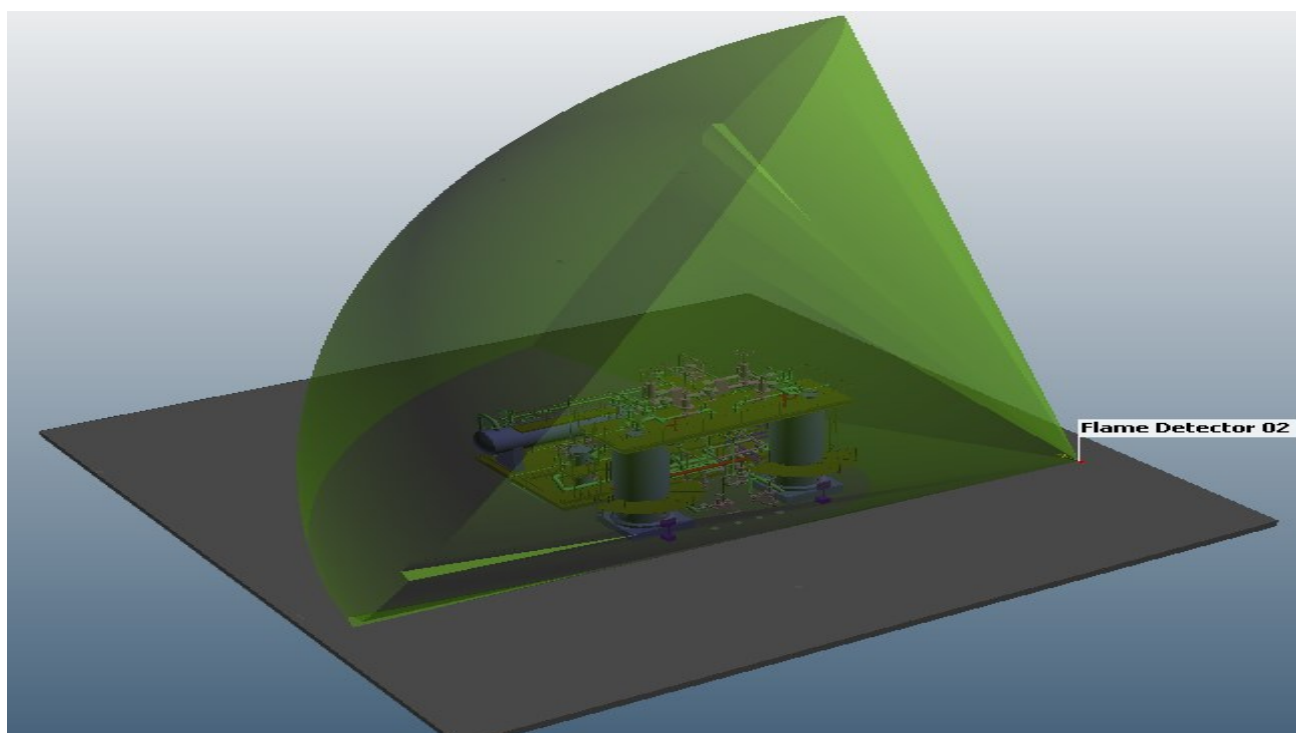


Figure IV.32: le couvrage bidimensionnelle de nouveau détecteur (02)

L'élément principal à prendre en considération est l'optimisation de la couverture des détecteurs sur la base de l'étude de dispersion des gaz combustibles GPL de la section de déshydratation, ceci en

agissant sur les paramètres du type, du nombre et de l'implantation géographique des détecteurs dans la zone de détection allouée à une aire à surveiller.

L'optimisation du couvrage de détection de flamme de section de déshydratation par le modèle DETECT3D v2.54 génère les cartographies suivantes :

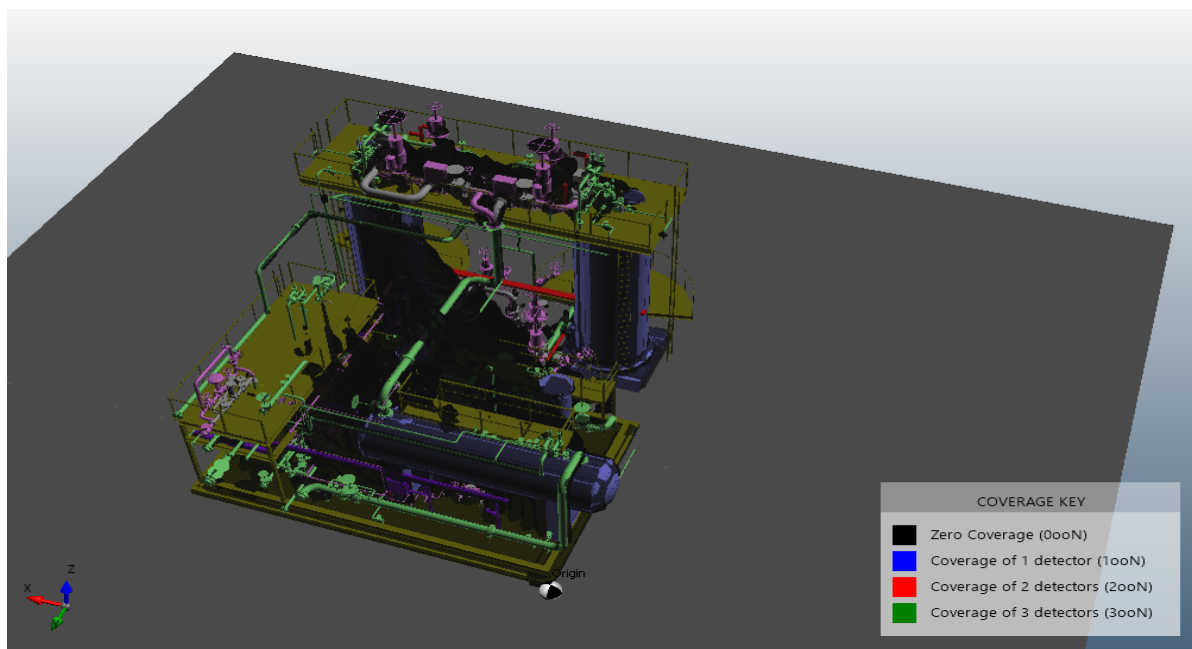


Figure IV.33: cartographie tridimensionnelle du champ zéro couvrage(000N)

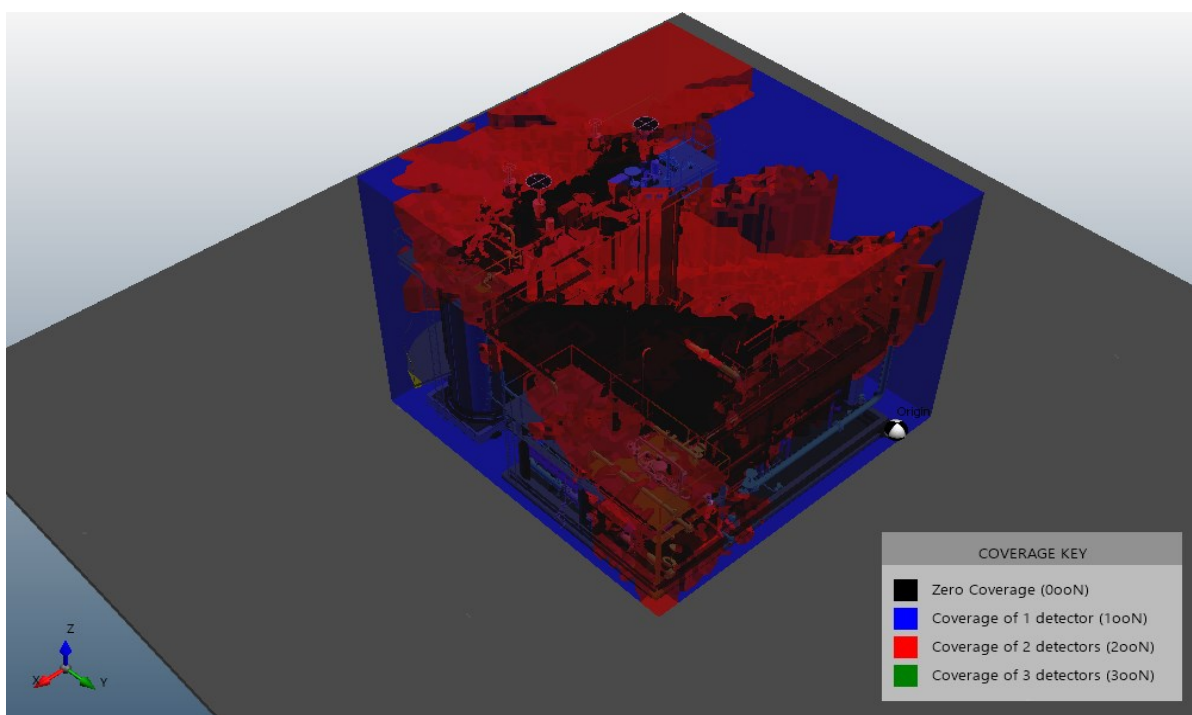


Figure IV.34: cartographie tridimensionnelle du champ de couvrage optimisé

La substitution du détecteur IRSIEMENS CERBERUS DF1191-Ex par le détecteur UV-IR HONEYWELL SATRONIC Fire Sentry FSL100 ainsi La modification de l'azimut transversal et la

variation de l'inclinaison longitudinale du détecteur 1 permet d'obtenir cette allure géométrique du champ de vision, nous rappelons que le champ de vision précédent affichait un déficit de 63.3 % (zone 000N) en termes de détection pour un déficit de 36.7 % (zone 000N) pour la couverture actuelle du détecteur 1. L'ajout d'un détecteur 02 -ème de flamme pour assurer une couverture optimale en adéquation avec le zonage de détection tel que défini dans le chapitre précédent.

La cartographie bidimensionnelle est complétée par la modélisation en trois dimensions du champ de vision des détecteurs en suivant la source des rejets cités dans le chapitre de l'étude de dispersion.

• Les résultats cartographie générique optimisée de la couverture de détection

La compilation des différentes données issues de la simulation semi-automatique par tâtonnement de l'implantation des détecteurs de flamme de type UV-IR HONEYWELL SATRONIC Fire Sentry FSL100, nous a permis de générer cette cartographie générique optimisée de la couverture de détection affichant de manière exhaustive après les calculs effectués par la logique de traitement du software INSIGHT DETECT3D v2.27 les résultats suivants :

Flame Detector Coverage					Show Descriptions ☐
Fire Zone	Zero (000N)	1 or more ($\geq 100N$)	2 or more ($\geq 200N$)	3 or more ($\geq 300N$)	
Zone 01	9.6 %	90.4 %	35 %	0 %	

Figure IV.35: résultats cartographie générique

IV.2.2. Optimisation de la couverture de détection de gaz :

La couverture de détection de gaz optimisée relative à la zone de déshydratation est illustrée dans la cartographie ci-dessous :

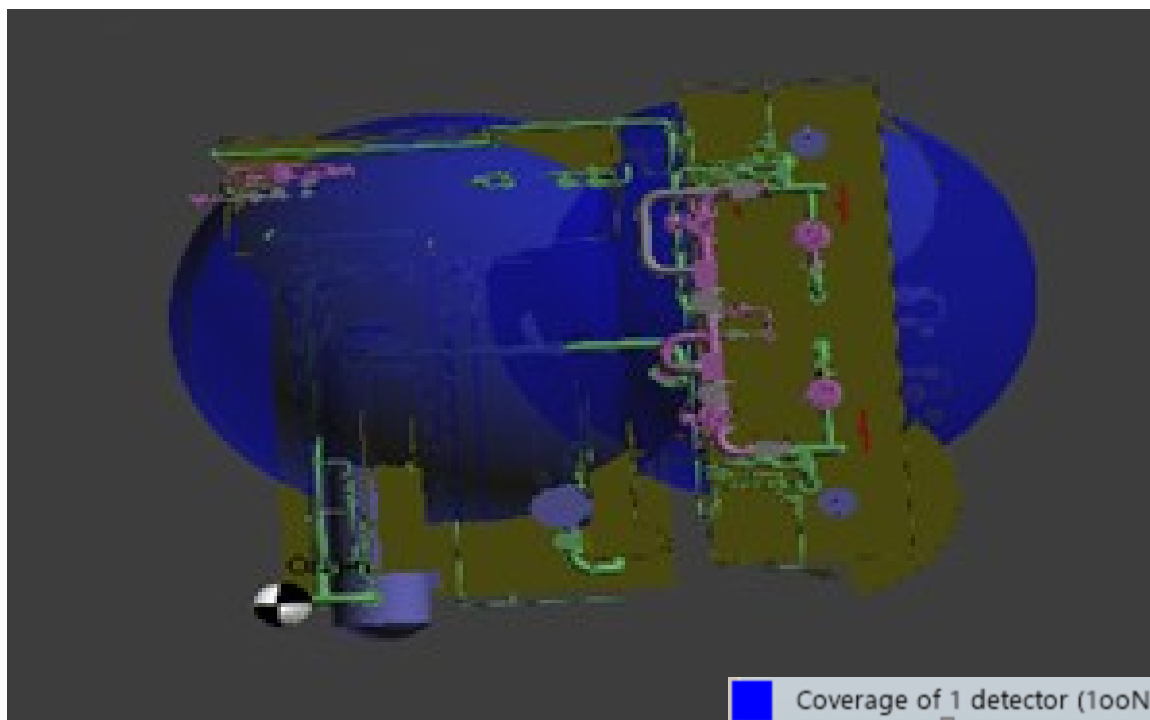


Figure IV.36: couverture de détection 3D de détecteur de gaz

L'évaluation des systèmes de gaz et d'incendie est un élément critique de la gestion de la sécurité dans de nombreux environnements industriels. Dans cette étude, l'objectif était d'augmenter la couverture du système de gaz et d'incendie dans un emplacement spécifique de 23 % à 90 %. Cependant, l'ajustement de la sensibilité des détecteurs pour atteindre ce niveau de couverture entraînerait des fausses alarmes et des arrêts potentiels du système. Pour résoudre ce problème, une approche différente a été adoptée. Le placement des détecteurs a été ajusté pour atteindre un niveau de couverture de 36 %, qui a été considéré comme un compromis raisonnable entre la couverture et les fausses alarmes. De plus, un détecteur acoustique a été ajouté au système pour détecter le gaz qui toucherait le sol après une distance de plus de 7 mètres. Cette approche garantit que le système de gaz et d'incendie dans l'emplacement étudié est à la fois sûr et fiable, avec une couverture adéquate et un risque minimal de fausses alarmes ou d'arrêts du système. Dans l'ensemble, cette étude fournit des informations précieuses sur l'évaluation et l'optimisation des systèmes de gaz et d'incendie dans les environnements industriels.

L'optimisation du couvrage de détection de gaz par le nouveau détecteur acoustique au section de déshydratation par le modèle DETECT3D v2.54 génère la cartographie :

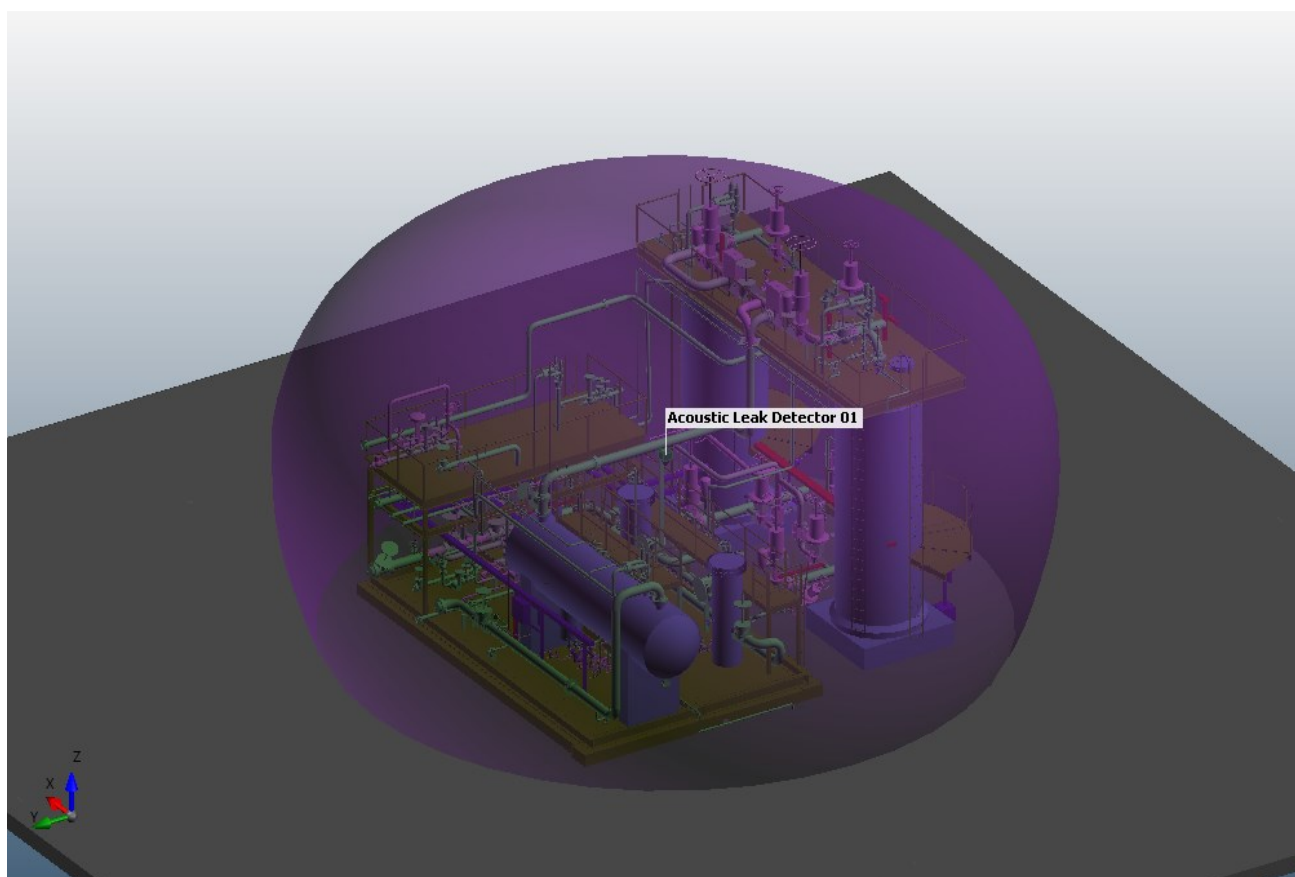


Figure IV.37: cartographie montre le couvrage de nouveau détecteur acoustique

Le détecteur acoustique dont nous avons parlé est utilisé pour détecter les fuites de gaz. Il est particulièrement utile dans les situations où la fuite de gaz provoque un bruit de fuite ou de sifflement, comme c'est souvent le cas avec les gaz sous pression 0.

Tableau IV.13: nouveau plan d'implantation des détecteurs de gaz

Name	Type	High Alarm Setting	Low Alarm Setting	X, meters	Y, meters	Z, meters
Point Gas Detector 01	Combustible	50 %LEL	25 %LEL	8.21	-4.57	0.7
Point Gas Detector 02	Combustible	50 %LEL	25 %LEL	7.5	-10.75	0.3
Acoustic Leak Detector 01				5.81	-6.36	5.14

La compilation des différentes données issues de la simulation semi-automatique par tâtonnement de l'implantation des détecteurs acaustique et des détecteurs de gaz de type OPTIMA+ SEARCHPOINT nous a permis de générer cette cartographie générique optimisée de la couverture de détection affichant de manière exhaustive après les calculs effectués par la logique de traitement du software INSIGHT DETECT3D v2.54 les résultats suivants :

Gas Detector Coverage					Show Descriptions ☐
Gas Zone	Zero (0ooN)	1 or more (≥1ooN)	2 or more (≥2ooN)	3 or more (≥3ooN)	
Zone 01	10 %	90 %	19.9 %	10.8 %	

Figure IV.38: résultats cartographie générique

IV.3 Conclusion :

Les résultats obtenus dans les différents cas d'optimisation en termes de réduction des zones non-couvertes pour les détecteurs de flammes et gaz sont optimale.

Après les tests d'acceptation sur site et initiation du monitorer de détection, le F&Gs est prêt pour la phase normale d'exploitation et de maintenance. Au cours de la phase d'exploitation et de maintenance, il est nécessaire d'effectuer :

- Des tests de fonctionnement : c'est un test manuel de la disponibilité des fonctions instrumentées de sécurité (FIS) en utilisant des gaz de test et des simulations d'étincelles dans les aires à surveiller des détecteurs.
- Des inspections : L'examen visuel des détecteurs permet de vérifier que l'entourage des détecteurs est adéquat avec le champ de vision effectif alloué à l'équipement tel que décrit dans la phase de conception
- Auto-vérification des composants électroniques : Le test présent est à réaliser de manière continue ou à des intervalles très courts. Ce check en question ne détecte que les défaillances liées aux composants électroniques
- Une maintenance périodique : pour s'assurer que système est en mesure d'atteindre son objectif de disponibilité de sécurité et son objectif de couverture de détecteur tout au long de son cycle de vie. Au cours de cette phase, le personnel du site doit réagir aux pannes évidentes du système en effectuant une maintenance corrective.

La norme ISA TR 84.00.07 recommande que les FGS soient soumis à la revalidation de dimensionnement à une fréquence ne dépassant pas 5 ans, ce qui coïncide peut-être avec la revalidation d'étude de danger (EDD) et par conséquent l'étude des fréquences de fuite et de dispersion afférents au design.

Conclusion générale

Le présent travail élaboré lors de notre stage de mise en situation professionnelle nous a permis de comprendre en détail le fonctionnement du système de détection F&G implanté dans la section de déshydratation de manière spécifique ainsi que sa philosophie, après que nous ayons mené une étude incluant un diagnostic des performances sur la base de norme ISA , standards internationaux et bonnes pratiques, ce qui l'émission de recommandations de divers acabits nous citerons :

- ✓ La revue de l'approche de l'analyse des risques en substituant l'approche qualitative par l'approche quantitative de type QRA (Quantitative Risk Assesement), incluant tel qu'entamé dans ce travail, un calcul des fréquences de fuite.
- ✓ La prise en compte de l'étude de dispersion au lieu du zonage ATEX dans le choix de l'implantation des détecteurs F&G en avantageant une modélisation par modèle Gaussien complété par une simulation par modèle Intégral (CFD).
- ✓ La nécessité d'établir en détails une cartographie tridimensionnelle des aires à surveiller ou monitorer zone sur la base de divers critères avant de compiler les résultats pour générer une cartographie générique et commune.
- ✓ La nécessité d'élaborer le mapping 3D de la détection considéré comme un outil d'aide à la décision afin de mettre en exergue les déficits de couverture et faciliter l'optimisation et la modification de l'implantation
- ✓ La nécessité d'évaluer les risques après chaque changement ciblant l'équipement et de prévoir une procédure de gestion des modifications regroupant entre autres la revue et la réactualisation du système de détection F&G en conséquence.
- ✓ La nécessité de veiller à la maintenance préventive des organes de détection en adoptant une approche d'inspection basée sur le risque visant à diminuer à un degré optimum les probabilités de défaillance à la sollicitation (PFD) du système en augmentant le facteur de réduction des risques (RRF). Avec prise en connaissance des écarts d'ordre technique et managérial du F&Gs implémenté et de sa philosophie de conception et d'opérabilité par la prise en charge des problèmes posés au niveau du complexe GP2/Z.

Force-nous a été de constater de nombreux écarts dont le travail présent a pour but de proposer des palliatifs.

En fin, Dans ce mémoire, on s'est fixé l'objectif d'optimiser les emplacements des détecteurs de gaz et de flamme suivant la norme ISA 84.00.07. C'est à travers le logiciel Detect3D qu'on s'est basé pour atteindre une disposition optimale des détecteurs.

Les résultats obtenus dans les différents cas d'optimisation en termes et la réduction des zones non-couvertes pour les détecteurs de flammes et gaz sont optimale.

Bibliographies

- [1] «connaissancedesenergies,» [En ligne]. Available: <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/gaz-naturel-quels-dangers>.
- [2] S. K. N. K. F. a. A. P. Hagen, Safety analysis of process systems using cause consequence diagrams. Process Safety Progress, 2013.
- [3] M. Mannan, Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control, 2012.
- [4] A. B. H. S. W. V. A. a. S. D. Røkeberg, Weather in major accidents – How wind speed, wind direction, humidity and temperature characteristics have influenced the severity of hydrocarbon releases in europe. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2013.
- [5] M. Y. H. a. Ç. Ç. Topal, Environmental management of industrial zones based on Bowtie analysis. Clean Technologies and Environmental Policy, 2018.
- [6] F. a. H. T. ongsvold, How oil and gas companies can control project costs in oil field development projects. Journal of Risk and Financial Management, 2013.
- [7] R. Z.-A. D. L. D. A. D. B. Z. B. A. Alvarez, Assessment of methane emissions from the US oil and gas supply chain., 2018.
- [8] J. S. G. O. J. Y. M. a. W. J. Craig, «Oil spill contaminants: Flow-dependent effects on early life stages of mussels and potential for biomarker responses to predict impacts on populations. Environmental Toxicology and Chemistry,» 2020. [En ligne]. Available: <https://doi.org/10.1002/etc.4687>.
- [9] L. B. B. a. M. P. Kerzicnik, Detecting change in riparian vegetation using spectral mixture analysis and linear regression. Wetlands Ecology and Management, 2010.
- [10] X. N. Y. X. B. a. K. M. Han, Remediation of petroleum contaminated soils using bioelectrochemical systems: Current knowledge and future directions. Chemosphere, 2019.
- [11] Z. C. B. a. G. Y. Ouyang, A prediction model of ground-level PM10 concentrations due to extensive vegetation fires. Atmospheric Environment,, 2012.
- [12] D. I. S. R. L. R. D. L. M. a. G. G. sler, Estimating flattening of the dose-response relationship for sea otters exposed to crude oil from the Exxon Valdez oil spill. Conservation Biology, 2000.
- [13] «docplayer,» 2017. [En ligne]. Available: <https://docplayer.fr/>.
- [14] ToTal, «MANUEL DE FORMATION Cours EXP-SI100,» chez AUTOMATISME SÉCURITÉ : F&G / ESD, 2014.
- [15] Tiphaine, «Les différents types de détecteur incendie,» 2023. [En ligne]. Available: <https://www.securipro.eu/blog/incendie/systeme-de-securite-incendie/les-differents-detecteurs-incendie/>.

- [16] H. Nélisse, «irsst,» 2022. [En ligne]. Available: /media/documents/PubIRSST/R-977.pdf.
- [17] N. T. L. B. V. I. R. Industriels, “ETUDE DES DANGERS, SONATRACH AVAL Complexe GP2Z”.
- [18] T. REPORT, «Guidelines for the Implementation of ANSI/ISA-84.00».
- [19] K. M. E. S. A. Bryan, «Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook,» 2018, p. 7.
- [20] K. M. E. S. A. Bryan, «Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook,» 2018, p. 39 à 45.
- [21] K. M. E. S. A. Bryan, «Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook,» 2018 , p. 19 à 23.
- [22] sonatrach, IHI B7406-1201, 2005.
- [23] K. M. E. S. E. Smith, «Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook,» 2018, p. 32 .
- [24] S. A. C. GP2/Z, «P&ID Diagramme».
- [25] I. H. S. A. C. GP2/Z, «Bilan de matière GP2Z, Material Balance , deshydratation,» chez *Bilan de matière GP2Z, Material Balance*, 2006.
- [26] DNVGL safety release notes, 2017.
- [27] H. R. D. 2012, «Failure Frequency Guidance,» chez *Process Equipment Leak Frequencies*, 2012.
- [28] «<https://www.dnv.com/software/services/plant/consequence-analysis-phast.html>,» [En ligne].
- [29] «<https://www.logiciels.pro/logiciel-saas/influxdb/>,» [En ligne].
- [30] K. M. E. S. A. Bryan, «Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook,» 2018, p. 25 à 29.
- [31] insightnumerics.com, Detect3D-User-Manual, 2020.
- [32] I. Sontarach, Plans de détection F&G de l’unité GP2/Z ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY INDUSTRIES, 2007.
- [33] u. d. g. a. sonatrach, Annexe 10-6 HAZOP, 15 au 25 Novembre 2009.
- [34] « https://www.honeywellanalytics.com/~media/honeywell-analytics/products/fsl-100/documents/13475_fsl100_dso1155_v2.pdf?la=en,» [En ligne].
- [35] A. B. E. S. K. Mitchell, «Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook,» chez *Performance-based Fire and Gas Systems Engineering Handbook*, 2018, p. 7.

I. Fiche technique detector de gaz

Détecteur de gaz infrarouge ponctuel HONEYWELL Searchpoint Optima Plus :



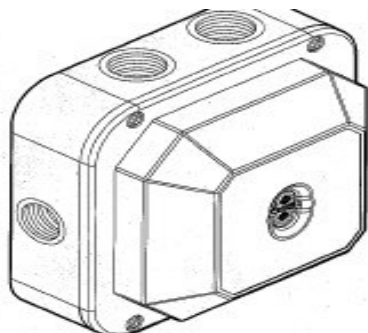
PLAGE DE MESURE :	0 à 100% de LIE	PLAGE DE TEMPERATURE OPERATIONNELLE ET CERTIFIEE :	-40°C à +65°C
GAZ STANDARD		DECALAGE SUR DUREE OU PLAGE DE TEMPERATURE :	Ligne de base < +/- 2% LIE, 50% DPE < +/- 4% LIE
OPTIMA PLUS (HC) :	Méthane (EN50054: 5,0% V/V = 100% LIE) Ethane Propane n-Butane	HUMIDITE OPERATIONNELLE :	0 à 99% HR (sans condensation)
OPTIMA PLUS (ET) :	Ethylène <i>N.B. : Pour les autres gaz, solvants et vapeurs, contactez Zellweger Analytics.</i>	PRESSION :	900 à 1100 mbars (sans compensation)
PRECISION		COEFFICIENT DE PRESSION :	< 0,1% de lecture par mbar
OPTIMA PLUS (HC) :	Ligne de base < +/- 1% LIE, 50% DPE < +/- 2% LIE	ALIMENTATION :	18 à 32V (24V nominal)
OPTIMA PLUS (ET) :	Ligne de base < +/- 2% LIE, 50% DPE < +/- 3% LIE	CONSOMMATION ELECTRIQUE :	< 4,5W max
REPETABILITE :	< +/- 2% LIE à 50% DPE	DEMANDE EN COURANT :	< 235mA à 18V < 190 mA à 24V < 155mA à 32V
LINEARITE :	< +/- 5% DPE	DELAI DE STABILISATION :	1 heure, nominal.
DELAI DE REACTION :	T50 < 4,5 secondes, T90 < 6,5 secondes (Pour le méthane, protection climatique installée.) T50 < 3 secondes, T90 < 5 secondes (réaction brute.)	SORTIES	
		ANALOGIQUE :	4-20mA, non isolé, source ou puits de courant. (Source de courant par défaut.)
		RESISTANCE MAXIMUM DE BOUCLE 4-20mA :	600 Ohms.
		NUMERIQUE :	RS485 (deux voies, point à point.)

Le détecteur de gaz ponctuel HONEYWELL Optima+ Searchpoint répond aux critères de performances mentionnés dans les références normatives APSAD R7 et IEC 61511 à savoir ; la gamme de gaz à détecter, la plage des limites inférieures d'explosivité, les temps de réponse et d'offset (marge d'erreur de la LIE), la plage de température opérationnelle est toute aussi adéquate avec les paramètres météorologiques et de stabilité atmosphérique et anémométrique spécifiques à la zone géographique de la section de déshydratation.

II. Fiche technique detector de flamme

Détecteur de flamme de type infrarouge SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex :

Selon le rapport technique ISA TR 84.00.07 spécifique au diagnostic de performances des systèmes de détection F&G, le détecteur de flamme SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex répond à une partie des critères de performances tel que stipulé dans sa fiche technique, à savoir :



1.1

Main features

- WaveRex DF1192 triple-sensor infrared flame detector
- Two sensors for detection in various wavelengths (4...4.8µm and 5.1...6µm)
- Third sensor for increased resistance to sunlight (0.7...1.1µm)
- Microprocessor-controlled signal evaluation
- Selective evaluation of flicker frequency
- Excellent immunity to false alarms due to specially developed fuzzy algorithms and the latest wavelet diagnosis
- Selectable application algorithms
- Extremely high resistance to:
 - electromagnetic influence
 - sunlight and heat radiation
 - humidity and corrosion
- Directly connectable to Cerberus interactive, AnalogPLUS and collective fire detection systems
- Can also be connected to non-Cerberus collective control units by hardware programming
- Intrinsically safe Ex Applications with collective WaveRex DF1101-Ex or interactive WaveRex DF1151-Ex
- DF1191 Flame detector as favourably-priced option with only one sensor
- Two-wire installation
- Two different sensitivity and integration stages
- Large angle of vision (min. 90°)
- High IP protection category (IP 67)
- Large operating temperature range (-35°C... +70°C)

La résistance aux rayonnement UV solaires et aux effets électromagnétiques et les critères le plus important dans ce cas de figure en référence au chapitre II de la norme ANSI/ISA-84.00.01 annexe L. La satisfaction de ces critères en question constitue une valeur ajoutée dans la performance du système F&G implanté dans la section de déshydratation.

Tableau : regroupe les informations techniques et spécifique au détecteur de flamme

Parameter	Unit	min.	typ.	max.	min.	typ.	max.	Comments
Operating voltage quiescent condition	V	16	-	28	18.5	-	28	i modulated
Operating current quiescent condition	mA	-	0.5	-	-	0.7	-	
Baud rate	kBd	-	-	-	-	4,8	-	Baudrate only i
Switch-on current	mA	-	-	0.7	-	-	-	only k
Alarm voltage 1...15mA	V	5	-	11	-	-	-	only k
Reset voltage	V	2	-	5	-	-	-	only k
Reset current	µA	5	-	500	-	-	-	only k
Reset time U ≤2V	s	2	-	-	-	-	-	only k
Response indicator Voltage Current Flashing interval bright / dark	V mA s	1.5 - -	- - 0.5/0.5	6 50 -	- - -	3 8 0.02/1.5	- - -	
Capacitance for detection line for indicator line	nF nF	- -	- -	5 15	- -	- -	5 15	
Inductance for detection line for indicator line	µH mH	- -	- -	10 1,5	- -	- -	10 1.5	
Electromagnetic compatibility	V/m V/m	50 30	- -	- -	50 30	- -	- -	1MHz....1GHz 1GHz....2GHz
Viewing angle		90°			90°			
Operating temperature	°C	-35 °C	-	+70°C	-35 °C	-	+70°C	
Storage temperature	°C	-40 °C	-	+75°C	-40 °C	-	+75°C	
Humidity	%rel.	-	-	≤100	-	-	≤100	No heavy condensation of window
Colour	~RAL9010	-	x	-	-	x	-	pure white
Load factor	KMK IMK	-	-	6	-	-	3	
Line factor	KLK ILK	-	-	25	-	-	32	k = DC1192 i = E3M171
Detection distance with 0° viewing angle standard increased	m m	- -	- -	27 46	- -	- -	27 46	0.11m ² pan n-Heptane combustible max. 15sec. response time
start-up time after switch-on	s	-	40	-	-	40	-	

Ce tableau regroupe les informations techniques nécessaires à la création d'une base de données informatique spécifique au détecteur en question à inclure dans la banque de données du software d'optimisation et mapping 3D de détection INSIGHT DETECT3D v2.52.

L'introduction des différentes données fournies nous permettra de modéliser avec précision l'allure et la géométrie du champ de vision du détecteur SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex par rendu bidimensionnel et tridimensionnel.

Cette opération est nécessaire après que nous ayons jugés que les informations relatives à l'aspect géométrique du champ de vision du détecteur présentées dans la fiche technique étaient insuffisantes en vue d'une étude d'optimisation ; ci-dessous les figures illustrant respectivement l'allure générée par le software de détection et celle fournie par la fiche technique du détecteur de flamme.

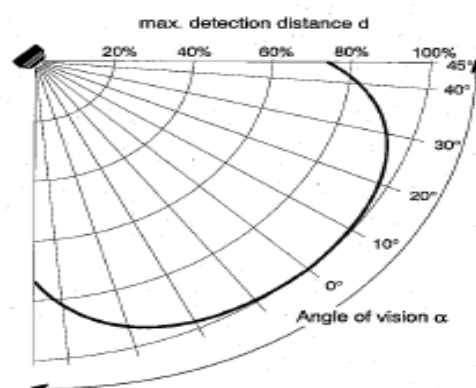


Figure : Allure du champ de vision fournie par la fiche technique du détecteur

SIEMENS, CERBERUS DF1191-Ex

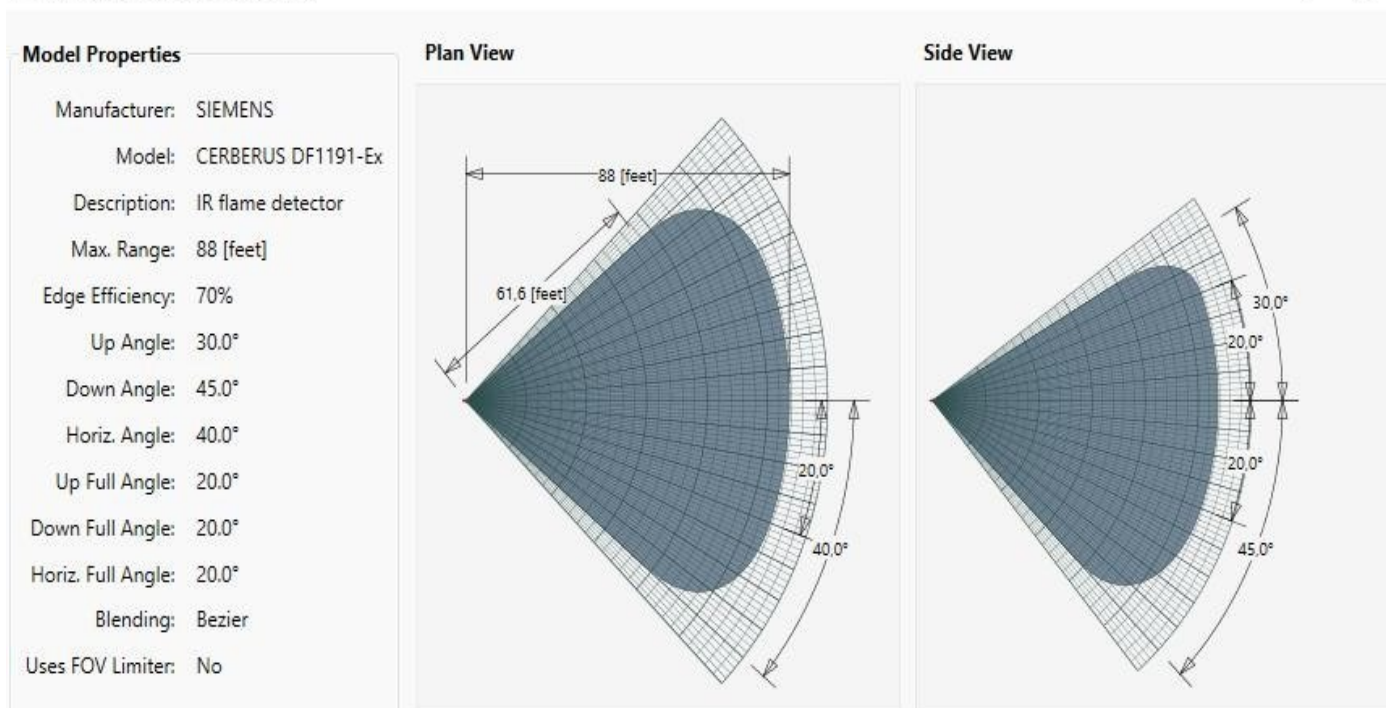


Figure : Allure du champ de vision générée par INSIGHT DETECT3D v2.54

La modélisation bidimensionnelle du FOV «Field Of View » présentée ci-dessous nous permet l'accès à une modélisation tridimensionnelle plus poussée offrant un aperçu sur l'étendue, la géométrie et la couverture du détecteur de flamme SIEMENS CERBERUS DF1191-Ex