



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : BARKAT Abdelhadi

SEKKOUM Dine

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Hygiène et sécurité industrielle

OPTION : Hygiène et sécurité industrielle

Thème

**Etude des zones ATEX dans le cadre de la mise en conformité
réglementaire des installations relevant des activités hydrocarbures
Cas de Sonatrach-DP-STAH**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
HANNACHI Manelle	MCB	Président
ABDELMOUIZ Ahmed	MCB	Examineur
HASSANI Mouadh	MCB	Rapporteur

Promotion : JUIN 2024

Remerciements

On adresse nos sincères remerciements à notre directeur de mémoire Monsieur HASSANI Mouadh, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions. On exprime toute notre reconnaissance de nous avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury d'avoir consacré de leur temps pour l'évaluation de notre travail.

On désire aussi remercier les professeurs de l'université d'Amar Telidji, qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires. Ainsi que les personnes qui ont contribué au succès de notre stage et qui nous ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

À tous ces intervenants, on présente nos remerciements, notre respect et notre gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce travail à toute ma famille

A tous ceux qui me sont chers

A toutes mes amis

A toutes personnes qui ont toujours été présentes dans ma vie.

Dédicaces

BARKAT Abdelhadi

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents

SEKKOUM Dine

Table des matières

Remerciements.....	i
Dédicaces.....	ii
Dédicaces.....	iii
Table des matières.....	iv
Liste des Figures	vi
Liste des tableaux	vi
Liste des Abréviations.....	vii
Introduction générale.....	1
Chapitre I: Mise en conformité réglementaire « MECR»	
1. Introduction.....	3
2. Intégrité des installations et des équipements	4
2.1. Définitions des concepts :.....	4
2.2. Méthodologie de l'intégrité des installations et des équipements :.....	4
3. Prévention des risques industriels.....	5
3.1. Etude de danger (EDD) :	5
3.2. Système de gestion de la sécurité (SGS) :.....	6
3.3. Plan interne d'intervention (PII) :	6
3.4. Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS) :.....	7
4. Protection de l'environnement dans le cadre de développement durable.....	7
4.1. Etude d'impact sur l'environnement (EIE) :.....	8
4.2. Plan de Gestion de l'Environnement (PGE) :	8
4.3. Eléments Importants Pour l'Environnement (EIPE) :.....	9
5. Conclusion	9
Chapitre II: Méthodologie de l'étude ATEX dans le domaine industriel dans le cadre de la mise en conformité réglementaire	
1. Introduction :.....	10
2. Hexagone de l'explosion	10
3. Réglementation et normes :.....	11
4. Caractéristiques des Atmosphères Explosives en Milieu Industriel	12
4.1. Formation d'une Atmosphère Explosive:	13
4.2. Types de Substances Inflammables:.....	13
4.3. Limites d'Explosivité:	13
4.4. Facteurs Contribuant aux Risques:	14
4.5. Évaluation des Risques:	14

Table des matières

5.	Classification des zones selon le risque d'explosion :	14
5.1.	Pour les gaz et les vapeurs :	15
6.	Méthodologie de classement de zone gaz et vapeur :	17
7.	Mesures de prévention et de protection contre les risques ATEX :	19
7.1.	Eviter la formation d'une ATEX :	19
7.2.	Supprimer les sources d'inflammation :	20
7.3.	Limiter les effets d'une explosion d'ATEX :	21
7.4.	Mesures organisationnelles, formation, information :	22
8.	Equipements électriques et leur influence sur les zones ATEX	23
	Conclusion	33
Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX		
1.	Introduction	34
2.	Présentation du lieu de stage	34
2.1.	Emplacement géographique du champ	34
2.1.1.	Présentation des champs d' ALRAR (Est et Ouest) :	35
2.1.2.	Matière première :	35
2.1.3.	Puits producteurs :	35
2.2.	Classifications des zones dangereuses pour le complexe de gaz Alrar de SONATRACH	36
3.	Etude de la conformité des équipements électriques installés dans la zone 4-15 par rapport aux zonage ATEX	37
3.1.	Zonage ATEX pour la zone 4-15	37
3.2.	Visite de la zone 4-15 et la vérification de la conformité des équipements électriques... ..	40
3.3.	Quelques anomalies détectées après la visite du site	45
3.4.	Recommandations suggérées pour l'élimination de la non-conformité	48
4.	Conclusion	49
	Bibliographie	50
	Résumé :	50

Liste des Figures

Figure 1: L'approche de détermination et de sélection de ces éléments « EIPS » [1]	7
Figure 2: Hexagone de l'explosion et domaines d'explosivité [11]	11
Figure 3: Conditions de déclenchement d'une explosion.....	13
Figure 4: Les limites d'explosivité d'un gaz combustible.....	14
Figure 5: Zones ATEX pour les gaz et les vapeurs [13]	15
Figure 6: Zones ATEX pour les poussières [14]	16
Figure 7: La signalisation qui indique aux zones ATEX [14].....	22
Figure 8: Moteur électrique.....	24
Figure 9: Transformateur électrique	25
Figure 10: Variateurs de fréquence.....	25
Figure 11: panneaux de distribution électrique	26
Figure 12: Régime de neutre type TT.....	27
Figure 13: Régime de neutre type TN	27
Figure 14: Indice de protection du matériel électrique [18]	31
Figure 15: Le marquage de l'appareil électrique. [18].....	32
Figure 16: Le marquage réglementaire. [18].....	32
Figure 17: Le marquage normatif. [18]	33
Figure 18: carte géographique représente la position du complexe d'Alrar	34
Figure 19: le zonage ATEX de la zone 4-15.....	39
Figure 20: Pompe P472A -non ATEX-.....	40
Figure 21: Transmetteur de pression PT455 -ATEX-.....	40
Figure 22: Chromatographe 14-AE-497 "Analyseur du gaz".....	41
Figure 23: Electro vanne ouverture/fermeture XY420-B.....	41
Figure 24: Transmetteur -Non ATex-.....	45
Figure 25: L'existence d'une pompe non ATEX dans une zone considérée comme une zone 2.....	46
Figure 26: Mauvais fixation des câbles ATEX et câblage ATEX non protégé à ras du sol extrêmement exposé aux chocs mécaniques	46
Figure 27: Aucune signalisation de limites des zones ATEX	47
Figure 28: L'existence des climatiseurs non-ATEX dans une zone ATEX.....	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Types de substances inflammables	13
Tableau 2: Tableau de classement de zone ATEX	18
Tableau 3: Adéquation des appareils à la zone ATEX [14].....	21
Tableau 4: Modes de protection des matériels électriques	28
Tableau 5: Le classement des gaz en groupe [18].....	30
Tableau 6: Les classes de température pour les équipements électriques dans les zones ATEX [18] ..	31
Tableau 7 : rapport adéquation des équipements en zone ATEX	42

Liste des abréviations

Liste des Abréviations

SH-Stah : Sonatrach, Stah

ATEX : Atmosphère explosive

MECR : la mise en conformité réglementaire

ARH : L'autorité de régulation des hydrocarbures

ESP : Les équipements sous pression

APE : Les appareils électriques

EIPS/E : Les équipements et éléments importants pour la sécurité et l'environnement

EDD : Etude de danger

SGS : Le système de gestion de la sécurité

PII : Le plan interne d'intervention

EIE : Etude d'impact sur l'environnement

PGE : Le Plan de Gestion de l'Environnement

LIE : La limite inférieure d'explosivité

LES : la limite supérieure d'explosivité

UE : l'union européen

CE : la comité européenne

CEI : La commission internationale de l'électrotechnique

API : L'institut américain du pétrole

IP : Indice de protection

Introduction générale

Introduction générale

Les milieux industriels des hydrocarbures, comprenant les sites d'extraction, de raffinage et de production de pétrole et de gaz, sont intrinsèquement associés à des risques significatifs. Ces environnements opèrent dans des conditions exigeantes et gèrent des matières très dangereuses, ce qui nécessite une gestion de risques particulièrement rigoureuse.

En termes de sécurité, les installations pétrolières et gazières sont exposées au risque d'explosions et d'incendies en raison de la nature combustible des hydrocarbures. La conception et l'entretien des équipements, ainsi que la formation du personnel aux procédures d'urgence, sont des éléments essentiels pour minimiser ces risques.

De plus, les risques environnementaux dans les milieux industriels des hydrocarbures sont liés aux déversements de pétrole, aux fuites de gaz et aux rejets chimiques. La mise en place de systèmes de prévention des fuites, de technologies de surveillance environnementale et de plans d'intervention d'urgence sont essentiels pour minimiser l'impact sur les écosystèmes voisins. La conformité des équipements dans le secteur des hydrocarbures est essentielle pour assurer la sécurité et la durabilité des opérations. En garantissant la qualité et la sécurité des équipements tout au long de leur cycle de vie, la conformité contribue significativement à la sécurité des travailleurs, à la protection de l'environnement et à la pérennité des activités industrielles.

Les équipements doivent strictement respecter des normes de sécurité pour garantir leur bon fonctionnement dans des environnements potentiellement dangereux. La fiabilité opérationnelle, la conformité environnementale, les certifications internationales et les programmes de maintenance régulière sont des aspects cruciaux de cette conformité.

En application des dispositions réglementaires en vigueur et celles relatives au décret exécutif n° 21-331 du 25 août 2021 définissant les conditions de mise en conformité des installations et équipements relevant des activités hydrocarbures réalisées antérieurement, les établissements et les installations classés, réalisés avant le 19 juillet 2005, sont soumis aux programmes de mise en conformité réglementaire. [1]

L'objectif principal de cette démarche est d'incorporer les évolutions des réglementations, normes, et standards en matière de sécurité, de prévention des risques industriels, et de préservation de l'environnement, dans le contexte du développement durable.

Ce programme vise également à garantir la fiabilité des installations et des structures, compte tenu des conditions d'exploitation, de maintenance et de vieillissement, dans le but de protéger le personnel, les biens et l'environnement.

Les installations et équipements concernés par le décret susmentionné doivent être soumis à des programmes de mise en conformité conformes aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur, ainsi qu'aux normes et standards internationaux.

Le programme de la mise en conformité réglementaire doit prendre en charge les aspects relatifs :

- A l'intégrité des installations et des équipements ;
- La prévention des risques industriels ;

- La protection de l'environnement dans le cadre du développement durable .

Pour vérifier la conformité de ce type des installations, et au cours d'étudier l'intégralité des ces dernières on a été déplacé à la direction régionale STAH à IN AMINAS de groupe Sonatrach, nous avons mis en évidence l'étude de l'ATEX par rapport les équipements électriques y existants et essayer de proposer un programme aide à appliquer la mise en conformité; c'est le point le plus intéressant dans ce mémoire.

Le travail présenté dans ce mémoire s'articule en trois chapitres :

Le premier et le deuxième chapitre traitent une partie théorique qui parle autour la mise en conformité réglementaire et sa relation avec la méthodologie de l'étude des atmosphères explosives dans les milieux industriels.

Le troisième chapitre présente une application expérimentale d'identification et évaluation de la conformité réglementaire des installations présentées par des équipements électriques par rapport des zones d'atmosphère explosive dans un site pétrolier de l'entreprise de SONATRAHCH qui était le complexe du gaz Alrar .

Enfin, on termine notre étude par une conclusion générale qui résume les principaux résultats de ce travail de recherche avec des recommandations.

Chapitre I: Mise en conformité réglementaire « MECR »

1. Introduction

Dans le domaine des activités des hydrocarbures, des nombreux risques inhérents exigent une vigilance constante afin de les minimiser au maximum. Pour prévenir ces risques, l'utilisation d'installations conformes aux normes réglementaires s'avère impérative. En ce sens, l'Algérie a établi des mesures juridiques essentielles pour assurer la mise en conformité des installations hydrocarbures, dont le décret exécutif n°21-331 du 25 août 2021, particulièrement axé sur les installations érigées avant l'année 2005.

Ce décret exécutif représente une étape significative dans les efforts déployés par l'Algérie pour renforcer la réglementation entourant les installations hydrocarbures existantes. Il a pour objet de définir les conditions de mise en conformité des installations et équipements relevant des activités hydrocarbures réalisés avant le 19 juillet 2005. [2]

L'objectif principal de ce décret est d'assurer la conformité des installations plus anciennes, souvent soumises à des défis spécifiques liés à l'évolution des normes industrielles. Il énonce des directives claires pour évaluer, réhabiliter et moderniser ces installations, garantissant ainsi leur adéquation avec les exigences actuelles en matière de sécurité et de protection de l'environnement.

Le programme de mise en conformité réglementaire doit être réalisé dans un délai n'excédant pas sept (07) années à partir de la date de publication du présent décret (le 29 août 2021). L'exploitant doit transmettre à l'ARH un calendrier prévisionnel de réalisation du programme de mise en conformité dans un délai n'excédant pas six (06) mois à partir de la date de la promulgation du décret avec un état d'avancement semestriel.

Le programme de mise en conformité réglementaire doit prendre en charge les aspects relatifs :

- A l'intégrité des installations et des équipements.
- La prévention des risques industriels.
- La protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. [2]

2. Intégrité des installations et des équipements

2.1. Définitions des concepts :

2.1.1. Intégrité : L'intégrité des installations et des équipements fait référence à leur capacité à fonctionner de manière sûre, fiable et conforme aux normes établies. Cela implique la préservation de leur état structurel, de leurs performances et de leur fiabilité tout au long de leur cycle de vie, en évitant les défaillances, les dommages ou les risques pour la sécurité et l'environnement. L'intégrité des installations et des équipements fait référence à leur capacité à fonctionner de manière sûre, fiable et conforme aux normes établies. Cela implique la préservation de leur état structurel, de leurs performances et de leur fiabilité tout au long de leur cycle de vie, en évitant les défaillances, les dommages ou les risques pour la sécurité et l'environnement. [3]

2.1.2. Installation : Les installations font référence aux structures physiques, aux infrastructures et aux systèmes mis en place pour mener des activités spécifiques. Dans le contexte des hydrocarbures, les installations comprennent les plateformes offshore, les raffineries, les pipelines, etc. Il est crucial de garantir l'intégrité et la conformité des installations pour assurer la sécurité des opérations et la protection de l'environnement. [4]

2.1.3. Équipements : Les équipements désignent les outils, machines, appareils ou dispositifs utilisés dans divers secteurs d'activité, tels que l'industrie pétrolière et gazière. Ils sont essentiels pour mener à bien les opérations et les processus spécifiques à chaque domaine, en garantissant leur bon fonctionnement, leur maintenance adéquate et leur conformité aux normes en vigueur. [3]

2.2. Méthodologie de l'intégrité des installations et des équipements :

Cette partie comporte cinq (05) points :

- Evaluation des systèmes existants de gestion de l'intégrité des installations.
- Identification des modes de dégradation des installations et équipements.
- Etablissement d'un rapport sur l'état actuel des installations et des équipements.
- Evaluation des écarts par rapport à la réglementation, aux normes et standards et les meilleures pratiques internationales.
- Evaluation des niveaux de risques impactant l'intégrité des installations et équipements.

L'étendue des travaux de l'intégrité couvre tous les équipements et installations contenant et/ou véhiculant les substances et matières dangereuses ainsi que les équipements considérés comme critiques et/ou stratégiques, qu'ils soient soumis ou non à la réglementation, du fait de leur criticité dont la défaillance constitue un risque potentiel pour les installations et équipements du site concerné tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. [1]

Il s'agit, notamment de : Les équipements sous pression (ESP), les chaudières et fours, les échangeurs de chaleur, les bacs et sphères de stockage, les équipements et appareils électriques (APE)... etc.

La gestion de l'intégrité concerne également les équipements et systèmes qui contribuent à préserver l'intégrité mécanique des équipements comme les organes de protection contre la surpression et organes de sécurité, les systèmes de lutte contre l'incendie et les systèmes de protection passive, les équipements et éléments importants pour la sécurité et l'environnement (EIPS/E), les études de zonage (ATEX)... et des autres équipements.

3. Prévention des risques industriels

La prévention des risques industriels, fondamentale pour assurer la sécurité et la conformité réglementaire, englobe un ensemble de mesures visant à anticiper, évaluer et atténuer les dangers potentiels dans les environnements industriels.

Cette partie englobe quatre aspects essentiels pour garantir la conformité réglementaire et la sécurité des opérations. Tout d'abord, elle implique la réalisation minutieuse d'une étude ou d'une notice de dangers, suivie de son approbation conformément aux normes en vigueur. En parallèle, la mise en œuvre des recommandations découlant de cette évaluation est cruciale pour assurer un environnement sûr et conforme aux exigences légales. De plus, elle exige la mise en place effective, sur le site concerné, d'un système de gestion de la sécurité. Ce système doit être robuste et adaptable pour répondre aux éventuelles évolutions réglementaires et aux défis spécifiques de l'environnement opérationnel. En outre, elle requiert l'élaboration et l'adoption d'un Plan Interne d'Intervention rigoureux, qui définit les procédures à suivre en cas d'incident ou d'urgence. Ce plan, approuvé et aligné avec les réglementations en vigueur, constitue un outil essentiel pour garantir une réaction rapide et efficace face aux situations critiques. Enfin, cette section englobe la gestion des Éléments Importants Pour la Sécurité (EIPS), tels que les équipements critiques et les infrastructures sensibles. La mise en place de processus de gestion appropriés pour les EIPS garantit leur surveillance constante, leur entretien adéquat et leur mise à niveau en fonction des exigences réglementaires et des meilleures pratiques de sécurité.

3.1. Etude de danger (EDD) :

L'étude de danger dans le secteur des hydrocarbures constitue une évaluation approfondie des risques associés aux installations et aux activités pétrolières et gazières. Elle comprend une analyse détaillée des dangers potentiels, l'identification des scénarios accidentels envisageables, ainsi que l'évaluation des risques qui en découlent.

Elle doit également proposer des mesures de prévention et de mitigation afin de réduire les risques à un niveau acceptable, assurant ainsi la sécurité des travailleurs, la protection de l'environnement et la sûreté des installations.

Les évaluations de sécurité des installations et ouvrages opérant dans le secteur des hydrocarbures doivent être confiées à des professionnels agréés spécialisés dans ce domaine. Ces évaluations, qu'il s'agisse d'études ou de notices de dangers, doivent être régulièrement mises à jour, au minimum tous les cinq ans. Cette actualisation est également requise en cas d'incident majeur survenu dans une installation similaire ou lorsqu'une évolution significative des connaissances techniques en matière de sécurité le justifie. Ainsi, ces évaluations permettent d'assurer une gestion proactive des risques et une adaptation constante aux normes et aux meilleures pratiques en vigueur dans l'industrie des hydrocarbures. [5]

3.2. Système de gestion de la sécurité (SGS) :

Le Système de Gestion de la Sécurité permet de respecter durablement les exigences définies dans l'Etude de Dangers (EDD) et les acceptations indiquées dans l'autorisation d'exploiter.

Les industriels doivent identifier dans leurs SGS :

- les exigences réglementaires à intégrer dans leur SGS,
- les tâches opérationnelles critiques qui décrivent le travail à réaliser pour respecter des exigences réglementaires (maintien de la performance des Mesures de Maîtrise des Risques - MMR, respect des potentiels de dangers...),
- les preuves relatives à la bonne exécution des tâches critiques.
- les tâches des fonctions supports pour permettre la bonne réalisation des tâches critiques
- les modalités de pilotage de ce processus. [6]

3.3. Plan interne d'intervention (PII) :

Le plan interne d'intervention est un outil de gestion et de planification des secours et de l'intervention, visant à protéger les travailleurs, la population, les biens et l'environnement, et définissant, au titre de l'installation concernée, l'ensemble des mesures de prévention des risques, les moyens mobilisés à ce titre ainsi que les procédures à mettre en œuvre lors du déclenchement du sinistre. [7]

La personne effectuant le diagnostic réglementaire, doit s'assurer que :

- Le « PII » est disponible au niveau de l'établissement concerné ;
- Le « PII » est établi, par un bureau d'étude agréé et spécialisé en matière d'évaluation et de prévention des risques sur la base d'une étude de dangers ;
- Le « PII » est établi conformément aux dispositions réglementaires en vigueur ;
- Le « PII » est examiné et approuvé par le comité institué, sous l'autorité du wali au niveau de chaque wilaya, à cet effet.
- La fiabilité du PII est vérifiée à travers des exercices de simulation (au moins deux fois par an) que l'exploitant doit réaliser en associant des services de la protection civile ;
- Le « PII » est concrètement implémenté sur site.
- Les scénarios identifiés de l'étude de dangers (EDD) sont pris en charge dans le « PII »;

Il doit également, vérifier si les conditions de passer en revue et d'actualiser le « PII » sont réunies, en particulier :

- Au moins tous les cinq (5) ans ;
- A la suite de modification de l'installation, d'une aire de stockage, d'un procédé ou de la nature et des quantités de matières et/ou de substances dangereuses pouvant avoir des répercussions importantes sur le plan des dangers. [1]

3.4. Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS) :

Les éléments importants pour la sécurité et l'environnement (EIPS/E) sont des composantes critiques des installations industrielles ou des opérations qui peuvent avoir un impact significatif sur la sécurité des travailleurs, la protection de l'environnement et la santé publique. Ces éléments peuvent inclure des équipements, des procédures, des systèmes de contrôle ou des infrastructures dont la défaillance ou le dysfonctionnement pourrait entraîner des accidents majeurs, des pollutions environnementales ou des atteintes à la santé des populations environnantes. La gestion efficace des EIPS/E implique leur identification, leur évaluation régulière, leur maintenance adéquate ainsi que la mise en place de mesures de prévention et d'intervention pour minimiser les risques associés à ces éléments.

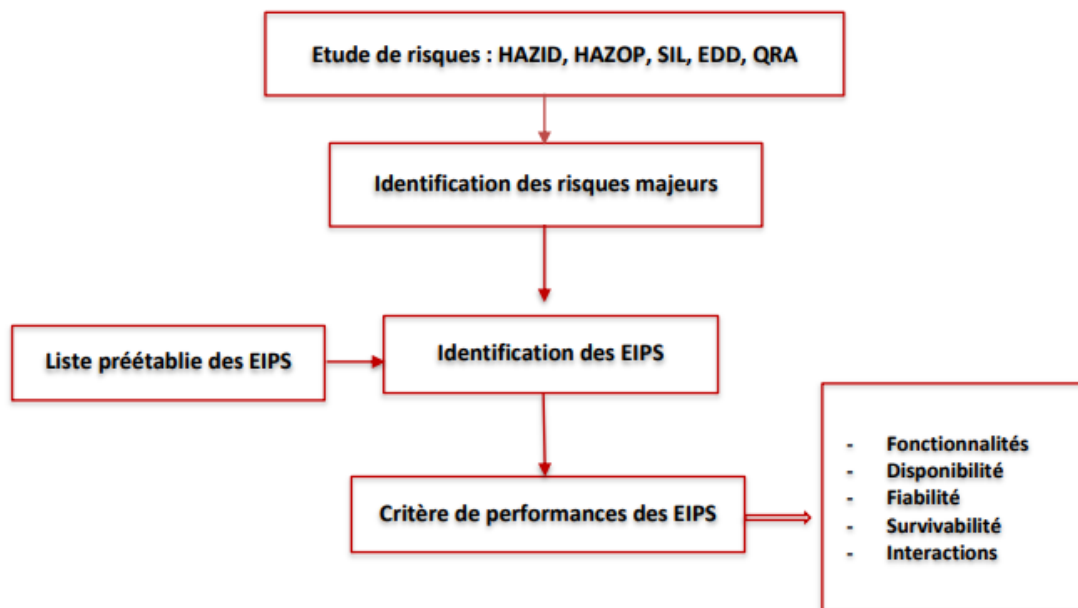


Figure 1: L'approche de détermination et de sélection de ces éléments « EIPS » [1]

4. Protection de l'environnement dans le cadre de développement durable

La protection de l'environnement dans le cadre du développement durable implique la mise en œuvre de politiques nationales visant à préserver les ressources naturelles et à limiter les impacts négatifs sur l'environnement.

La Loi n° 03-10 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable en Algérie établit des principes fondamentaux et des règles de gestion environnementale pour assurer la protection, la restructuration et la valorisation des ressources naturelles, la restauration des milieux endommagés, ainsi que la prévention et la lutte contre toute forme de pollution et nuisance.

Cette loi définit également des prescriptions pour protéger la diversité biologique, l'air, l'eau, les milieux aquatiques, la terre, les milieux désertiques, la mer et le cadre de vie. Elle

met en place un système d'information, des normes environnementales, une planification et une évaluation des incidences environnementales des projets de développement.

Dans le cadre du développement durable, la protection de l'environnement s'articule autour de trois points essentiels :

- La réalisation d'une étude et/ou notice d'impact sur l'environnement, approuvée conformément à la réglementation en vigueur, et la mise en œuvre des recommandations qui en découlent.
- La mise en place, sur le terrain, d'un Plan de Gestion de l'Environnement (PGE).
- La présence et la gestion des Eléments et Equipements Importants Pour l'Environnement (EIPE).

Ces mesures visent à assurer une approche responsable et durable dans la gestion des activités humaines, en garantissant la préservation des ressources naturelles et la réduction des impacts environnementaux néfastes pour les générations actuelles et futures. [8]

4.1. Etude d'impact sur l'environnement (EIE) :

Une étude d'impact sur l'environnement (EIE) est un processus essentiel visant à évaluer les conséquences économiques, environnementales et sociales d'un projet avant sa mise en œuvre. Cette étude permet d'identifier les impacts potentiels du projet sur l'environnement, la santé humaine, la biodiversité, les ressources naturelles, etc., et de proposer des mesures pour atténuer les effets négatifs. L'EIE vise à prédire ces impacts dès les premières étapes de planification du projet, à concevoir des solutions pour réduire les impacts négatifs, et à présenter des options aux décideurs. En intégrant une approche proactive, l'EIE favorise la conception de projets plus durables et respectueux de l'environnement local, tout en offrant des avantages économiques et environnementaux tangibles tels que des coûts réduits de mise en œuvre et une conformité accrue aux réglementations. [9]

L'étude et/ou notice d'impact sur l'environnement doivent être réalisées par des bureaux d'études et experts agréés.

La pré-qualification de ces bureaux spécialisés, habilités à réaliser ces études et notices d'impact sur l'environnement (EIE) dans le domaine des hydrocarbures sera réalisée conformément à la réglementation en vigueur. L'étude et/ou notices d'impact sur l'environnement (EIE) sont approuvées conformément à la réglementation en vigueur. [1]

4.2. Plan de Gestion de l'Environnement (PGE) :

Le Plan de Gestion de l'Environnement (PGE) est un outil crucial dans la gestion de projets visant à analyser les impacts environnementaux et à développer des stratégies pour les minimiser. Il se compose d'un ensemble d'initiatives, de procédures et de pratiques mises en place pour réduire les risques et les impacts environnementaux associés à un projet. Le PGE est essentiel pour assurer la conformité aux normes environnementales, contribuer à la préservation de l'environnement et à la protection des ressources naturelles. Ce plan offre une vue d'ensemble complète de l'impact environnemental du projet et fournit des conseils sur la meilleure façon de réduire cet impact. Il peut inclure l'identification des risques environnementaux, l'adoption de mesures d'atténuation, ainsi que l'examen des processus de

gestion des déchets et des ressources. Il est primordial que le PGE soit régulièrement mis à jour pour refléter l'état actuel du projet et des conditions environnementales qui l'entourent. En tant que composante essentielle de la gestion de projet responsable et durable, le PGE permet aux gestionnaires de projet de garantir que les activités sont menées en conformité avec les normes environnementales, contribuant ainsi à améliorer la performance environnementale du projet. [10]

4.3. Eléments Importants Pour l'Environnement (EIPE) :

Les « EIPE », en prévention comme en protection / intervention, doivent être issues des études réglementaires et/ou d'une identification et évaluation des risques. Ces « EIPE » sont soumis à une gestion particulière afin de s'assurer de leur fonctionnalité, disponibilité, fiabilité et interaction et indépendance et visent souvent à contrôler les dérives dangereuses d'un ou plusieurs paramètres physiques ou chimiques (niveau, pression, température, conductivité, résistance, pH, concentration...).

5. Conclusion

La mise en conformité réglementaire dans le secteur des hydrocarbures est essentielle pour garantir la sécurité, la durabilité et la conformité par rapport aux normes de sécurité et d'environnement.

L'étude ATEX (Atmosphères Explosibles) illustre comment prévenir les explosions dans les environnements dangereux nécessite une stricte mise en conformité pour assurer la sécurité des travailleurs et la protection des installations.

En appliquant rigoureusement les mesures de mise en conformité, les entreprises peuvent améliorer leur performance opérationnelle, réduire les risques et contribuer positivement à la préservation de l'environnement dans le cadre du développement durable. Il est crucial de prendre en compte les éléments importants pour la sécurité, tels que les boucles instrumentées de sécurité, le système de détection feu & gaz, ainsi que les exigences liées aux Atmosphères Explosibles (ATEX), pour garantir un environnement de travail sûr et conforme vis-à-vis aux normes internationales. En intégrant ces éléments dans les programmes de mise en conformité, les entreprises peuvent renforcer leur culture de sécurité, réduire les incidents et promouvoir une gestion responsable des activités hydrocarbures.

Chapitre II:

**Méthodologie de l'étude ATEX dans
le domaine industriel dans le cadre de
la mise en conformité réglementaire**

1. Introduction :

L'atmosphère explosive est un environnement potentiellement dangereux présent dans de nombreux secteurs industriels où des substances inflammables peuvent se mélanger à l'air dans des proportions spécifiques, créant ainsi un risque d'explosion. Cette situation peut survenir dans divers contextes tels que les industries chimiques, pétrolières, pharmaceutiques, agroalimentaires, etc. La présence d'une atmosphère explosive constitue une menace sérieuse pour la sécurité des travailleurs, des installations et de l'environnement.

L'explosion, contrairement à l'incendie, est une combustion quasi-instantanée qui génère un effet de souffle accompagné de flammes et de chaleur. Elle résulte du mélange d'air avec des substances combustibles telles que des poussières, des vapeurs de solvants, etc., dans des proportions propices à une explosion en présence d'une source d'inflammation suffisante. Pour prévenir les risques d'explosion, il est essentiel d'agir en amont, dès la conception des locaux ou des procédés de production, en se conformant aux réglementations du Code du travail et autres normes spécifiques.

Dans le cadre de la prévention des risques d'explosion, il est essentiel de comprendre les caractéristiques et les dangers associés à une atmosphère explosive. Les normes et réglementations telles que la directive ATEX (Atmosphères Explosibles) définissent les exigences en matière de prévention et de protection contre les explosions dans les environnements à risques. Ces normes établissent des critères stricts pour la classification des zones à risques d'explosion, la sélection et l'utilisation d'équipements appropriés, ainsi que la mise en place de mesures de sécurité adéquates.

En ce qui concerne les équipements électriques, ils jouent un rôle crucial dans la prévention des risques d'explosion. Il est essentiel de contrôler les frottements et les échauffements anormaux, de supprimer les sources d'inflammation externes et d'équiper les appareils de dispositifs tels que des événements ou supprimeurs pour atténuer les effets de l'explosion. De plus, le stockage de produits pulvérulents inflammables peut générer des charges électrostatiques susceptibles d'amorcer l'inflammation de l'atmosphère explosive. Les actions préventives incluent l'aspiration des poussières au moment du remplissage et la gestion adéquate des dépôts susceptibles de former une atmosphère explosive.

2. Hexagone de l'explosion

L'hexagone de l'explosion est un concept qui identifie les conditions nécessaires à la survenue d'une explosion. Pour qu'une explosion de poussières ait lieu, six conditions doivent être réunies simultanément:

- Présence d'un comburant, généralement l'oxygène de l'air.
- Présence de fines particules combustibles.
- Présence d'une source d'inflammation pour amorcer l'explosion et atteindre la température d'inflammation du matériau.
- Formation d'une suspension dans l'air ou de particules pulvérulentes avec une taille inférieure à 500 μm .
- Atteinte de la limite inférieure d'explosibilité du produit combustible.

Chapitre II: Méthodologie de l'étude ATEX dans le domaine industriel dans le cadre de la mise en conformité réglementaire

- Les poussières doivent être confinées dans un espace présentant un degré de confinement suffisant.

Ces conditions sont essentielles pour qu'une combustion très rapide se produise, qualifiée alors d'explosion. En cas d'inflammation, les effets dévastateurs peuvent être graves pour les personnes et les installations, provoquant des effets de souffle, des brûlures, des lésions aux oreilles ou aux poumons, voire des décès immédiats. [11]

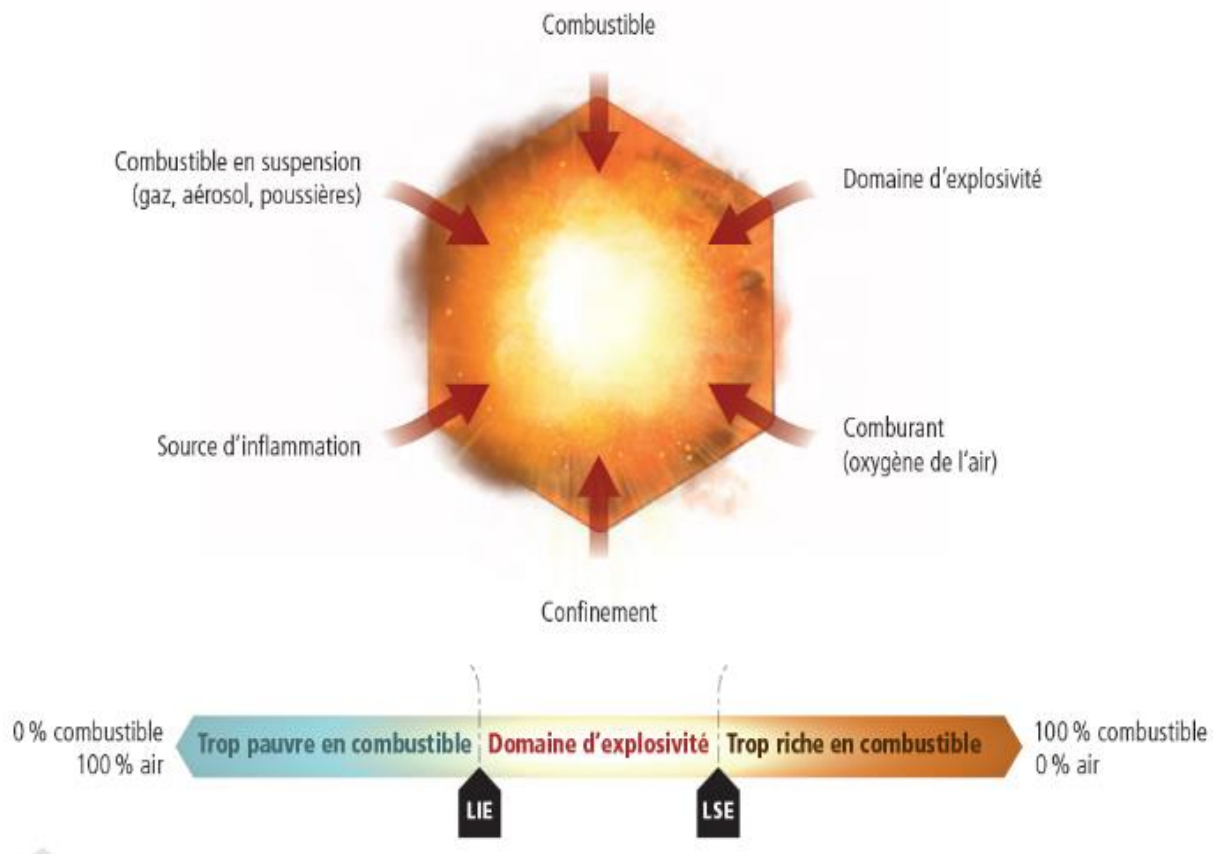


Figure 2: Hexagone de l'explosion et domaines d'explosivité [11]

3. Réglementation et normes :

La réglementation et les normes concernant les atmosphères explosives sont essentielles pour garantir la sécurité des travailleurs et des installations dans les milieux industriels.

Généralement on base sur la directive ATEX (Atmosphères Explosives) qui est la norme de référence en Europe. Elle est basée sur deux directives:

- Directive 2014/34/UE du 26 février 2014 ou ATEX 95 : Cette directive s'applique aux équipements destinés à être utilisés en zones explosives. Elle définit les exigences essentielles de sécurité et de santé auxquelles les appareils et systèmes de protection doivent répondre pour être utilisés dans des atmosphères explosives.
- Directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999 ou ATEX 137 : Cette directive concerne la sécurité des travailleurs dans les zones à risque d'explosion. Elle fixe

les prescriptions minimales à respecter en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés à des atmosphères explosives. [12]

On utilise aussi la norme CEI 60079 ; la norme internationale qui spécifie les exigences pour l'équipement électrique utilisé dans des atmosphères explosives. De plus il y'a une autre norme importante qui est la norme API RP 500, publiée par l'American Petroleum Institute (API), fournit des lignes directrices pour la classification des emplacements dangereux dans les installations pétrolières et gazières. Bien qu'elle soit une norme américaine, elle est souvent référencée dans le contexte international en raison de la réputation de l'API et de son adoption généralisée dans l'industrie pétrolière et gazière.

Les entreprises sont tenues d'appliquer la réglementation relative aux atmosphères explosives, qui couvre les explosions de gaz, de vapeurs, de brouillards et de poussières. Les obligations légales et les responsabilités des entreprises en matière de prévention des explosions comprennent :

- Évaluation des risques d'explosion : L'employeur doit évaluer les risques créés ou susceptibles d'être créés par des atmosphères explosives, en tenant compte de la probabilité de leur apparition, de la probabilité d'apparition de sources d'inflammation, des substances et préparations utilisées, des procédés et de leurs interactions éventuelles, de l'installation des équipements et de l'étendue des conséquences prévisibles.
- Mesures de prévention et de protection : L'employeur doit prendre les mesures techniques et organisationnelles appropriées pour empêcher la formation d'atmosphères explosives, éviter leur inflammation et atténuer les effets nuisibles d'une explosion pour la santé et la sécurité des travailleurs.
- Zonage et marquage des appareils ATEX : Les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives doivent être marqués conformément à la directive ATEX et subir une procédure d'évaluation de conformité.
- Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : Lorsqu'un établissement est soumis à la législation des installations classées pour la protection de l'environnement, il doit être conforme aux dispositions du titre premier du livre V du Code de l'environnement. [11]

La réglementation et les normes en vigueur visent à garantir la sécurité des travailleurs et des installations dans les milieux industriels exposés aux risques d'explosion. Les entreprises doivent respecter ces obligations légales et prendre les mesures appropriées pour prévenir et gérer les risques d'explosion.

4. Caractéristiques des Atmosphères Explosives en Milieu Industriel

Dans un environnement industriel, les atmosphères explosives présentent des caractéristiques complexes qui nécessitent une analyse approfondie pour assurer la sécurité des travailleurs et des installations. Voici une expansion des points clés à considérer :

4.1. Formation d'une Atmosphère Explosive:

La formation d'une atmosphère explosive résulte de la présence simultanée de substances inflammables, telles que des gaz, des vapeurs, des brouillards ou des poussières, et d'un comburant, généralement l'oxygène de l'air, dans des proportions spécifiques favorables à l'explosion.

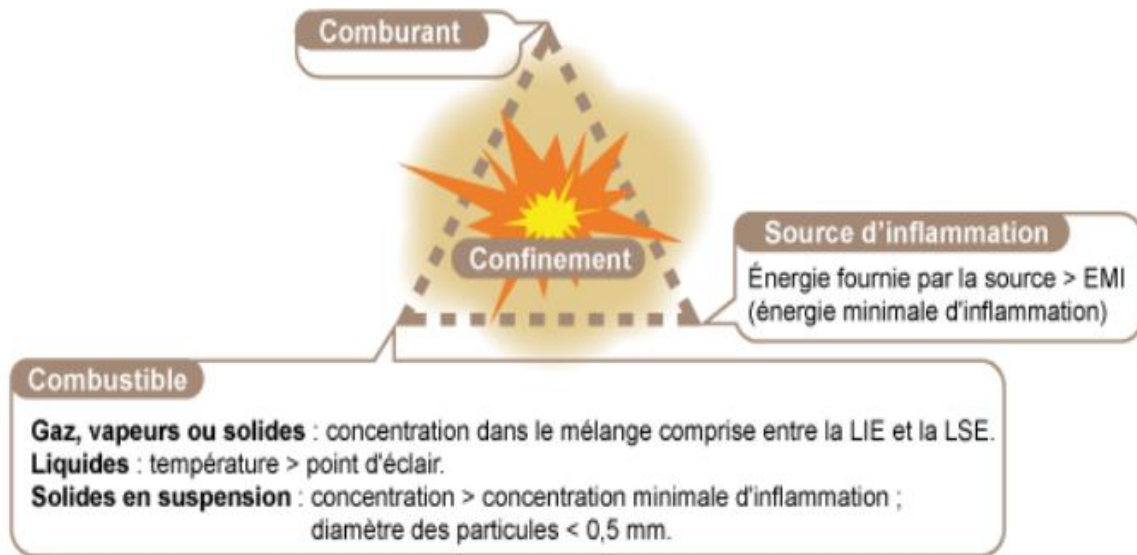


Figure 3: Conditions de déclenchement d'une explosion

4.2. Types de Substances Inflammables:

Les substances inflammables varient en fonction de l'industrie et peuvent inclure des hydrocarbures, des solvants, des produits chimiques volatils ou des poussières combustibles, chacun présentant des risques distincts en cas d'ignition.

Tableau 1: Types de substances inflammables

Gaz	Vapeurs	Poussières
Méthane Butane Propane Hydrogène	Sulfure de carbone Alcool éthylique Oxyde d'éthylène Acétone	Aluminium Amidon Céréales Charbon

4.3. Limites d'Explosivité:

Les limites d'explosivité définissent les concentrations minimale et maximale de substances inflammables dans l'air où une explosion peut se produire, soulignant l'importance de contrôler ces concentrations pour prévenir les risques d'explosion.

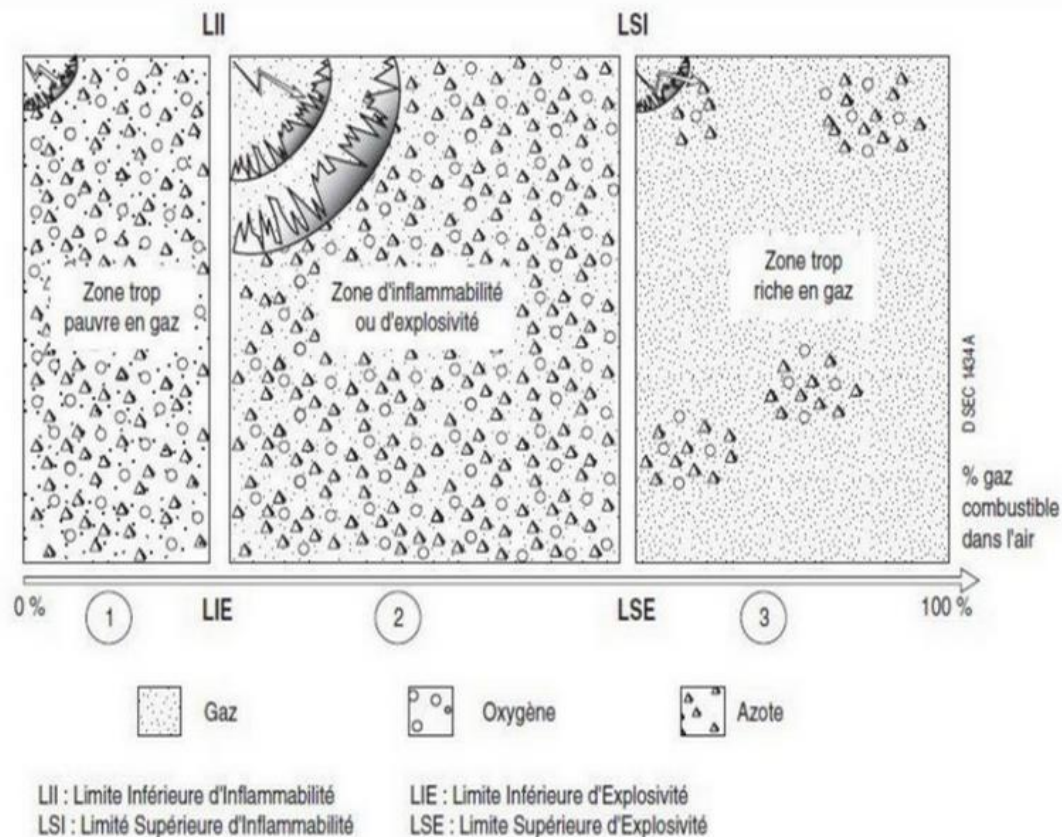


Figure 4: Les limites d'explosivité d'un gaz combustible

4.4. Facteurs Contribuant aux Risques:

Divers facteurs, tels que la température, la pression, la ventilation, la présence de sources d'inflammation (électriques, mécaniques, thermiques) et les processus industriels, peuvent influencer la formation et l'explosion d'une atmosphère explosive.

4.5. Évaluation des Risques:

L'évaluation des risques associés aux atmosphères explosives implique une analyse approfondie des installations, des procédés, des substances utilisées et des pratiques de travail pour identifier les dangers potentiels, évaluer les conséquences et mettre en place des mesures de prévention adéquates.

En comprenant en détail ces caractéristiques des atmosphères explosives en milieu industriel, il est possible de mettre en œuvre des stratégies de gestion des risques efficaces et de garantir un environnement de travail sûr pour tous les acteurs impliqués.

5. Classification des zones selon le risque d'explosion :

Les emplacements dangereux sont classés en zones à risque de formation d'ATEX, en fonction de la fréquence et de la durée de présence d'une atmosphère explosive .

Certaines approches tiennent compte soit de la durée de présence de l'atmosphère explosive par unité de temps, soit de leur volume réduit pour établir le zonage. Ces critères ne sont pas toujours retenus car il suffit que l'atmosphère apparaisse sur une très courte durée ou

qu'elle soit de très petit volume pour que le risque se concrétise. Il ne faut donc pas écarter de manière systématique ces zones ATEX de la démarche.

5.1. Pour les gaz et les vapeurs :

En général, on peut définir une **zone 0** comme un emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment. Elle est présente à l'intérieur des réservoirs, des canalisations, des récipients... contenant des gaz inflammables ou des liquides combustibles/inflammables en fonction des conditions de leur mise en œuvre.

Une zone 1; c'est l'emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal. Elle peut inclure, entre autres :

- la proximité immédiate de la zone 0 ;
- la proximité immédiate des ouvertures d'alimentation, événements, vannes de prise d'échantillons ou de purge, ouvertures de remplissage et de vidange ;
- des points bas des installations (fosses de rétention, caniveaux...).

Une zone 2; l'emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, elle n'est que de courte durée. Elle peut inclure, entre autres, les emplacements entourant les zones 0 et 1, les brides, les connexions, les vannes et raccords de tuyauterie, cuvettes de rétention ainsi que la proximité immédiate des tubes de niveau en verre, des appareils en matériaux fragiles ou tout appareil ou élément susceptible de fuir. Il est important de noter qu'une fuite récurrente (qui est donc à considérer comme un fonctionnement normal) devra induire un classement en zone 1 ou 0.

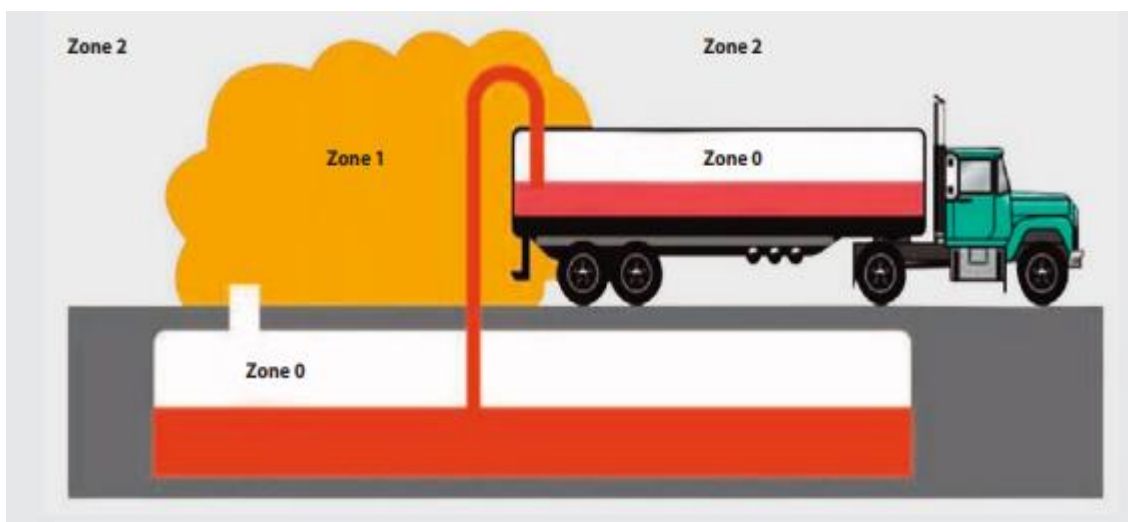


Figure 5: Zones ATEX pour les gaz et les vapeurs [13]

5.2. Pour les poussières :

En général, **une zone 20** est présente à l'intérieur des dépoussiéreurs, des silos, des collecteurs de

poussières...

Une zone 21 peut inclure, entre autres, des emplacements à proximité immédiate d'une zone 0 ou,

par exemple, au niveau des points de remplissage ou de vidange de pulvérulents.

Une zone 22 peut inclure, entre autres, des emplacements au voisinage d'appareils, systèmes de protection et composants contenant de la poussière, à partir desquels de la poussière peut s'échapper à la suite de fuites et former une ATEX (par exemple, les ateliers de broyage dans lesquels la poussière peut s'échapper des broyeurs). Ce type de zone concerne également les emplacements où des couches de poussières apparaissent et sont susceptibles, en cas de remise en suspension, de conduire à la formation d'une ATEX.

Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles doivent être traités comme une source susceptible de former une atmosphère explosive.

En particulier, dès lors que la présence d'un dépôt de poussières est observée sur le sol ou les surfaces, l'identification d'une **zone 22** doit être envisagée si aucune mesure efficace ne permet d'éviter la formation de ce dépôt ou de l'éliminer. [14]

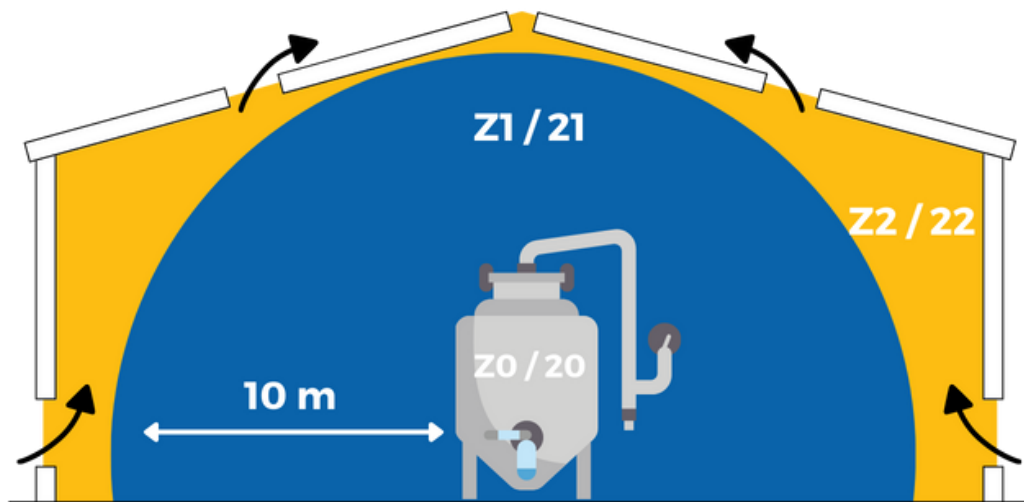


Figure 6: Zones ATEX pour les poussières [14]

6. Méthodologie de classement de zone gaz et vapeur :

Lorsqu'il s'agit de classer les emplacements où une atmosphère explosive gazeuse peut se former, la norme NF EN 60079-10-1 joue un rôle crucial. Cette norme fournit des directives précises pour identifier les sources de dégagement de gaz, vapeurs, brouillards ou liquides inflammables, qui pourraient potentiellement créer une atmosphère explosive gazeuse. En outre, elle définit trois paramètres essentiels pour évaluer ces zones à risque : le degré de dégagement, l'efficacité de la ventilation ou le degré de dilution, ainsi que la disponibilité de la ventilation. Ces paramètres clés permettent une analyse approfondie des risques et une classification précise des zones ATEX de gaz et vapeurs inflammables, garantissant ainsi la sécurité des installations et du personnel exposés à ces environnements potentiellement explosifs.

- Degré de dégagement : Le degré de dégagement caractérise la fréquence et la durée probable de dégagement de matière inflammable susceptible de créer une atmosphère explosive. La norme NF EN 60079-10-1 définit 3 degrés de dégagement : continu, primaire et secondaire.
 - Degré de dégagement continu : dégagement qui est continu ou qui est supposé apparaître fréquemment ou sur de longues périodes ;
 - Degré de dégagement primaire : dégagement périodique ou occasionnel, prévisible en fonctionnement normal ;
 - Degré de dégagement secondaire : dégagement non prévisible en fonctionnement et qui, s'il se produit néanmoins, le fera avec une probabilité faible et sur de courtes durées.
- Efficacité de la ventilation / degré de dilution : Elle caractérise l'aptitude de la ventilation à diluer par rapport à une source de dégagement un dégagement de gaz ou vapeurs inflammables. Il existe 3 degrés de dilution définis par la norme NF EN 60079-10-1 : dilution élevée, moyenne, faible.
- Disponibilité de la ventilation : La disponibilité d'une ventilation caractérise le fait qu'elle fonctionne ou non en permanence. Il existe 3 niveaux de disponibilité définis par la norme NF EN 60079-10-1: ventilation bonne, assez bonne, médiocre.
 - Bonne : la ventilation existe pratiquement en permanence ;
 - Assez bonne : la ventilation est censée être présente pendant le fonctionnement normal. Des interruptions sont permises, pourvu qu'elles se produisent de façon peu fréquente et pendant de courtes périodes ;
 - Médiocre : la ventilation ne satisfait pas aux critères d'une ventilation bonne ou assez bonne, toutefois, des interruptions prolongées ne sont pas prévues.

Le tableau de classement de zone s'appuyant sur ces trois paramètres est présenté dans la page suivante :

Tableau 2: Classement de zone ATEX [15]

	Ventilation						
Degré de dégagement	Efficacité de la ventilation						
	Dilution Elevée			Dilution Moyenne			Dilution Faible
	Disponibilité de la ventilation						
	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne, assez bonne ou médiocre
Continu	Zone non dangereuse (Zone 0 EN) ^a	Zone 2 (Zone 0 EN) ^a	Zone 1 (Zone 0 EN) ^a	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
Primaire	Zone non dangereuse (Zone 1 EN) ^a	Zone 2 (Zone 1 EN) ^a	Zone 2 (Zone 1 EN) ^a	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 ou zone 0 ^c
Secondaire ^b	Zone non dangereuse (Zone 2 EN) ^a	Zone non dangereuse (Zone 2 EN) ^a	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 et même zone 0 ^c

Le signe « + » signifie « entouré par ».

a : Zone 0 EN, Zone 1 EN ou Zone 2 EN indique une zone théorique dont l'étendue est négligeable dans les conditions normales.

b : L'emplacement en Zone 2 créé par un degré « dégagement secondaire » peut dépasser celui correspondant à un degré « dégagement primaire » ou à un degré « dégagement continu », auquel cas, il convient de prendre la plus grande distance.

c : correspond à la Zone 0 si la ventilation est très faible et le dégagement tel qu'en pratique une atmosphère explosive gazeuse est présente de façon pratiquement permanente (c'est -à-dire que la situation est proche d'une situation d'absence de ventilation). [15]

7. Mesures de prévention et de protection contre les risques ATEX :

Il y a lieu de faire l'inventaire des mesures existantes, puis d'adopter les mesures de prévention complémentaires à mettre en œuvre.

La suppression du risque d'explosion doit être recherchée en limitant l'occurrence et le volume

d'une atmosphère explosive et en agissant sur les sources d'inflammation. A défaut de pouvoir garantir une suppression du risque, des mesures de protection contre les effets des explosions sont à mettre en œuvre. Cette démarche s'accompagnera de mesures organisationnelles et de formation du personnel.

L'employeur doit également estimer les conséquences potentielles d'une explosion. Cette estimation sera fondée sur des critères objectifs propres à l'entreprise (probabilité d'occurrence, gravité redoutée, fréquence d'exposition du personnel, nombre de personnes potentiellement concernées...) permettant de débattre des priorités et d'aider à la planification des actions de prévention.

7.1. Eviter la formation d'une ATEX :

Parmi les différentes mesures que l'on peut adopter, des actions peuvent être retenues concernant :

- Le ou les combustibles :
 - Remplacer le produit combustible par un autre incombustible ou moins combustible ;
 - Utiliser un liquide combustible à une température d'au moins 15 degrés inférieure à son point d'éclair ;
 - Modifier la granulométrie (augmenter le diamètre moyen des particules en passant, par exemple, de la poudre à des granulés) tout en notant que les phénomènes d'abrasion lors de la manutention des granulés génèrent toujours des poussières fines susceptibles de former une ATEX(cette mesure de prévention permet donc de réduire le risque mais ne le supprime pas) ;
 - Ajouter des solides inertes à des poussières combustibles ;
 - Maintenir la concentration du combustible hors de son domaine d'explosivité (de préférence en dessous de la LIE) .
- le comburant : mise à l'état inerte. L'introduction d'un gaz d'inertage (par exemple, l'azote, sauf pour les poussières métalliques) en proportion suffisante dans une atmosphère chargée de substance combustible entraîne son appauvrissement en oxygène et rend donc l'inflammation impossible.

Attention toutefois au risque d'hypoxie (défaut d'apport d'oxygène aux différents tissus de l'organisme) et de malaise consécutifs en cas de pénétration d'un salarié dans la zone concernée ou en cas de fuite du gaz d'inertage dans les locaux de travail ou de stockage.

7.2. Supprimer les sources d'inflammation :

Cette action de prévention s'attachera, en premier lieu, à mettre hors zone ATEX le plus d'appareils possible, puis elle visera à éliminer les flammes et feux nus, les surfaces chaudes, les étincelles d'origines mécanique, électrique ou électrostatique, les échauffements dus aux frottements mécaniques, aux appareils électriques ou aux moteurs thermiques...

Différentes mesures peuvent être mises en œuvre, telles que des :

- **Actions sur le procédé :**

- Refroidissement (d'une réaction chimique, d'un échauffement dû à la compression des gaz...)

- Captage d'éléments métalliques (par un séparateur magnétique) ou d'éléments de taille importante (par un séparateur gravitaire type boîte à cales) pouvant générer une source d'inflammation ;

- **Contrôles :**

- Détecteurs d'élévation de température, de pression...

- Thermographie à infrarouge ;

- Détecteur CO (monoxyde de carbone, dont la présence indique une réaction de combustion) ;

- Systèmes de contrôles de la vitesse de défilement ou de déport des bandes transporteuses, de bourrage, de rotation...

- **procédures :**

- Mode opératoire d'exécution ;

- Plan de prévention pour les interventions d'entreprises extérieures ;

- Permis de feu pour les travaux par points chauds ;

- Autorisation de travail validée par une personne compétente désignée par l'employeur ;

- Port de vêtements de travail et d'équipements de protection individuelle appropriés faits de matériaux dissipateurs ;

- Organisation du nettoyage ;

- Formation des intervenants avec vérification de la connaissance du balisage...

- **Actions sur les appareils:**

- Adéquation des appareils à la zone ATEX ;

Tableau 3: Adéquation des appareils à la zone ATEX [14]

Risque		Groupe*	Adéquation zone ◀ ▶ Appareil marqué	Marquage**
Permanent	»	II	Zone 0 → Catégorie 1 Zone 20 → Catégorie 1	CE ⚡ II 1 G CE ⚡ II 1 D
Occasionnel	»	II	Zone 1 → Catégorie 2 (ou 1) Zone 21 → Catégorie 2 (ou 1)	CE ⚡ II 2 G (ou 1 G) CE ⚡ II 2 D (ou 1 D)
Potentiel	»	II	Zone 2 → Catégorie 3 (ou 2 ou 1) Zone 22 → Catégorie 3 (ou 2 ou 1)	CE ⚡ II 3 G (ou 2 G ou 1 G) CE ⚡ II 3 D (ou 2 D ou 1 D)

- Utilisation d'outillage anti-étincelant ;
- Mise en place de liaisons équipotentielle et mise à la terre des installations pour favoriser l'écoulement des charges électrostatiques et éviter leur accumulation.

Les appareils électriques et non électriques doivent être conformes à la réglementation relative à la conception des appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive.

7.3. Limiter les effets d'une explosion d'ATEX :

Les mesures de protection visent à atténuer les effets des explosions, si la formation de l'atmosphère explosive et son inflammation n'ont pu être empêchées. Il conviendra alors d'atténuer les effets néfastes d'une explosion pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs.

Les actions à entreprendre seront spécifiques à chaque cas. Figure ci-après une liste indicative de mesures à envisager :

- Mise en place de systèmes de protection :
 - Evénements d'explosion (actions sur le confinement) ;
 - Extincteurs déclenchés (en tant que suppresseurs d'explosion) ;
 - Appareils résistants à la surpression d'explosion ;
 - systèmes de découplage technique (système qui empêche une explosion de se propager au reste de l'installation via des liaisons, canalisations...) : arrête-flammes, écluses rotatives, vannes à fermeture rapide (guillotine, manchon, ...), extincteurs déclenchés (en tant que barrière extinctrice), déviateur d'explosion (cheminée de dégagement...) ;

- ctions sur la configuration des locaux :
 - Compartimentage ;
 - Résistance des matériaux (toiture en matériaux fragiles...) ;
 - Conception et construction des locaux, en choisissant des matériaux adaptés et résistants au feu, où la présence du personnel est permanente ou groupée (salle de contrôle, sanitaires...) de façon à ce que le personnel ne soit pas atteint par la chute d'éléments de structure (éloignement...) et que les locaux résistent à l'effondrement éventuel du reste de l'édifice.

Les moyens techniques mis en œuvre pour satisfaire à ces objectifs, tels les événements ou les systèmes de découplage technique, sont des systèmes de protection au titre de la directive appareils ATEX 2014/34/UE et doivent donc être certifiés conformes à celle-ci et posséder le marquage correspondant.

7.4. Mesures organisationnelles, formation, information :

Parmi les mesures organisationnelles utilisées on trouve la signalisation ; les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se former sont signalés au niveau de leurs accès par le panneau d'avertissement suivant :



Figure 7: La signalisation qui indique aux zones ATEX [14]

La formation à la prévention des risques d'explosion d'ATEX est un élément indispensable de la démarche. Différents acteurs sont concernés suivant les cas . Il est essentiel que l'ensemble des personnes soit sensibilisé ou formé par une personne compétente (privilégier les formations en interne, mieux adaptées à la réalité de l'entreprise) quel que soit leur statut (nouvel embauché, intérimaires, CDD, CDI, prestataire extérieur...).

En parallèle de ce processus de formation, il est nécessaire que les consignes de sécurité de l'établissement soient établies en prenant en compte la présence des zones .Elles doivent être communiquées à l'ensemble du personnel y compris aux personnes pouvant

occasionnellement se trouver dans ou à proximité d'une zone ATEX(par exemple, le personnel administratif) ainsi qu'aux visiteurs.

Ensuite, la formalisation des interventions faites en interne ou par une entreprise extérieure joue un rôle très important dans la prévention contre l'ATEX, pour les interventions d'entreprises extérieures, il est nécessaire d'identifier une personne référente en charge de leur accueil ainsi que de leur formation aux consignes de sécurité. Cette personne constitue leur contact privilégié en cas de difficulté lors de la réalisation de l'opération. Par ailleurs, en amont d'une intervention dans ou à proximité d'une zone ATEX, un plan de prévention est élaboré avec, le cas échéant, la nécessité de rédiger un permis de feu le jour de l'intervention.

La gestion des alarmes est une bonne mesure pour combattre contre les risques d'ATEX ; si la détection de gaz ou vapeurs est mise en place, le choix des seuils d'alarme, du traitement de l'information et des actions à entreprendre est primordial (par exemple, pour les gaz et vapeurs, 10 % de la LIE = arrêt de l'activité et recherche de la cause, et 25 % de la LIE = évacuation immédiate de la zone). [14]

8. Equipements électriques et leur influence sur les zones ATEX

Les équipements électriques jouent un rôle essentiel dans les milieux industriels, permettant d'alimenter et de contrôler de nombreux processus. Cependant, dans certaines installations, ces équipements électriques peuvent représenter une source potentielle d'inflammation pour des atmosphères explosives. En effet, les arcs électriques, les étincelles ou les surfaces chaudes des équipements électriques peuvent être à l'origine d'explosions dévastatrices lorsqu'ils entrent en contact avec des gaz, vapeurs ou poussières inflammables.

La mise en évidence de l'impact crucial de ces équipements sur la productivité, la sécurité et l'efficacité des opérations industrielles ne peut être ignorée. Les équipements électriques sont essentiels pour alimenter et contrôler les processus de production, garantissant ainsi la continuité et la performance des activités. Ils permettent d'automatiser et de digitaliser de nombreuses tâches, améliorant la productivité et la fiabilité des installations. De plus, ces équipements jouent un rôle clé dans la surveillance, le contrôle et la sécurisation des processus, contribuant à la prévention des incidents et à la protection du personnel.

Cependant, leur utilisation dans des environnements à risque d'explosion nécessite une attention particulière afin d'éviter tout incident potentiellement catastrophique. C'est pourquoi la conception, l'installation et l'utilisation des équipements électriques dans ces environnements font l'objet de réglementations et de normes de sécurité très strictes, telles que les directives ATEX. Le non-respect de ces exigences peut avoir des conséquences dramatiques, menaçant la sécurité des travailleurs, la pérennité des installations et la continuité des activités.

Il est donc primordial de bien comprendre les risques liés à l'électricité dans les milieux industriels potentiellement explosifs, afin de mettre en place les mesures de prévention et de protection adaptées pour assurer la sécurité de tous, tout en préservant la productivité et l'efficacité des opérations.

8.1. Types d'équipements électriques dans l'industrie des hydrocarbures

L'industrie des hydrocarbures, comprenant les secteurs pétrolier, gazier et pétrochimique, nécessite l'utilisation d'une grande variété d'équipements électriques spécialisés afin de répondre aux défis spécifiques de ces environnements.

8.1.1. Moteurs électriques :

Les moteurs électriques sont largement utilisés dans l'industrie des hydrocarbures pour entraîner une grande diversité d'équipements, tels que des pompes, des compresseurs, des ventilateurs et des convoyeurs. Ils jouent un rôle essentiel dans la production, le raffinage, le transport et le stockage des hydrocarbures. Ces moteurs doivent être conçus pour fonctionner de manière fiable et sécuritaire dans des environnements potentiellement explosifs.



Figure 8: Moteur électrique

8.1.2. Transformateurs :

Les transformateurs électriques sont indispensables pour adapter les niveaux de tension dans les installations industrielles liées aux hydrocarbures. Ils permettent de transporter l'électricité sur de longues distances tout en assurant une distribution sécurisée aux différents équipements. Les transformateurs utilisés dans ces milieux doivent répondre à des normes de sécurité spécifiques pour prévenir tout risque d'explosion.



Figure 9: Transformateur électrique

8.1.3. Variateurs de fréquence :

Les variateurs de fréquence sont des équipements électroniques qui permettent de contrôler la vitesse et le couple des moteurs électriques. Ils sont largement utilisés dans l'industrie des hydrocarbures pour optimiser le fonctionnement des pompes, des compresseurs et d'autres équipements, améliorant ainsi l'efficacité énergétique et la fiabilité des installations.



Figure 10: Variateurs de fréquence

8.1.4. Panneaux de distribution

Les panneaux de distribution électrique jouent un rôle central dans l'alimentation et la protection des différents équipements électriques présents dans les installations liées aux hydrocarbures. Ils assurent la répartition de l'électricité, la commande et la surveillance des circuits, tout en intégrant des dispositifs de sécurité adaptés aux environnements potentiellement explosifs.



Figure 11: panneaux de distribution électrique

Chacun de ces types d'équipements électriques remplit des fonctions spécifiques et essentielles pour le bon fonctionnement et la sécurité des installations de l'industrie des hydrocarbures. Leur conception, leur installation et leur utilisation doivent répondre à des normes de sécurité très strictes afin de prévenir tout risque lié à l'électricité dans ces environnements sensibles. [16]

8.2. Isolation des équipements électriques dans les milieux industriels

L'isolation des équipements électriques joue un rôle crucial dans la prévention des risques d'explosion et d'autres dangers dans les environnements industriels.

Une bonne isolation électrique permet de contenir l'énergie au cœur des câbles et des équipements, évitant ainsi les fuites de courant qui peuvent être à l'origine d'arcs électriques, de courts-circuits et d'autres défaillances. Cela contribue à réduire les risques d'incendie et d'explosion dans ces milieux potentiellement dangereux.

De plus, les matériaux isolants les plus adaptés pour les installations industrielles sont généralement les polymères techniques, les silicones renforcés et les céramiques. Ils offrent une excellente résistance diélectrique, limitant les risques de claquage et de dégradation de l'isolation.

Autre facteur est également très important; c'est le choix du régime de neutre, qui définit la manière dont le neutre est relié à la terre, il est un élément clé pour la sécurité des installations électriques industrielles. Les principaux régimes sont :

Régime TT :

- Le neutre est relié à la terre côté transformateur de distribution.
- Les masses sont reliées à la terre côté utilisateur.
- La protection est assurée par des dispositifs différentiels 30mA.

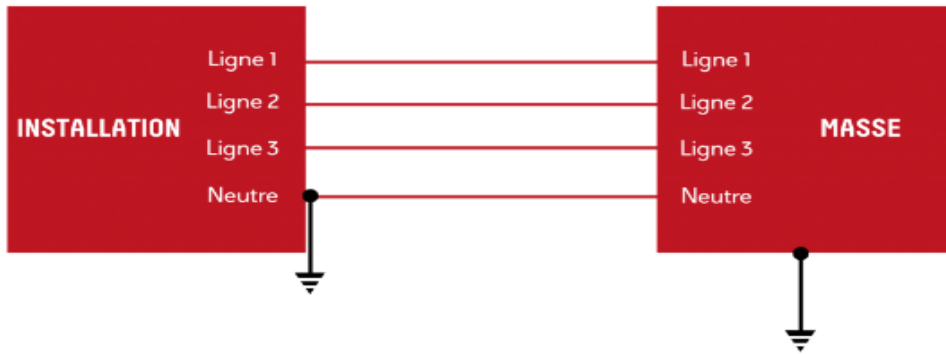


Figure 12: Régime de neutre type TT

Régime TN :

- Le neutre est relié à la terre côté transformateur de distribution.
- Les masses sont reliées au neutre côté utilisateur.
- Il existe deux variantes : TNC (neutre et conducteur de protection confondus) et TNS (neutre et conducteur de protection séparés).

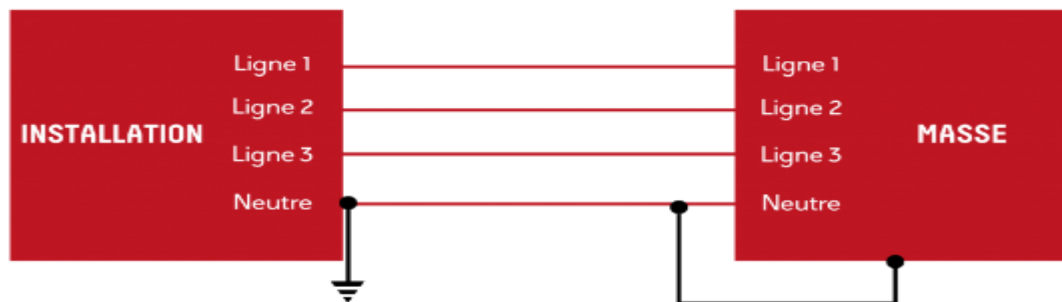


Figure 13: Régime de neutre type TN

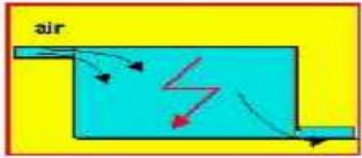
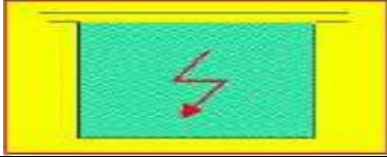
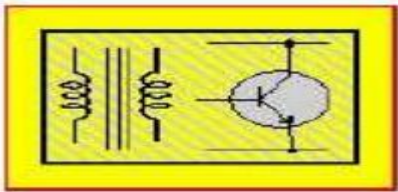
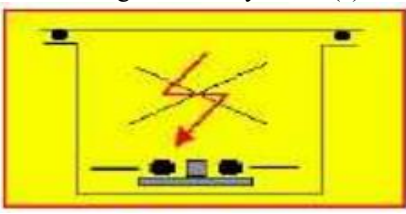
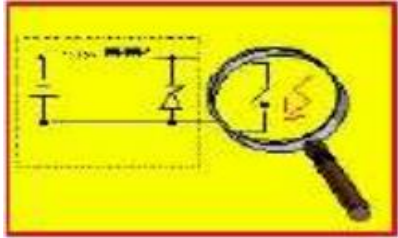
Régime IT :

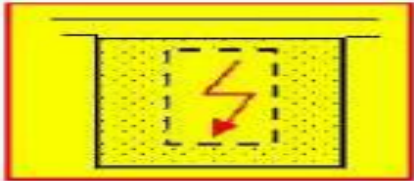
- Le neutre est isolé de la terre côté transformateur de distribution.
- Les masses sont reliées à la terre côté utilisateur.
- Ce régime permet de continuer à fonctionner en cas de premier défaut.

Le choix du régime de neutre dépend de plusieurs facteurs, tels que la configuration du réseau, les risques d'électrisation et d'électrocution, ainsi que les exigences de sécurité et de continuité de service. Chaque régime présente des avantages et des inconvénients qui doivent être évalués pour s'adapter aux spécificités de l'installation industrielle. [17]

8.3. Modes de protection des matériels électriques

Les différents modes de protection pour le matériel électrique sont bien connus. Il s'agissent sur l'une des 3 composantes présentées dans le tableau représenté dans la page suivant :Tableau 4: **Modes de protection des matériels électriques**

	Modes de protection	Principe
Suppression de l'atmosphère explosive	Surpression interne –symbole (p) 	La pénétration d'une atmosphère environnante à l'intérieur de l'enveloppe du matériel électrique est empêchée par le maintien, à l'intérieur de la dite enveloppe, d'un gaz de protection à une pression supérieure à celle de l'atmosphère environnante.
	Immersion dans l'huile – symbole (o) 	Le matériel électrique est immergé dans l'huile de telle sorte qu'une atmosphère explosive se trouvant au-dessus du niveau de l'huile ou à l'extérieur de l'enveloppe ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.
	Encapsulage –symbole (m) 	Les pièces qui pourraient enflammer une atmosphère explosive par des étincelles ou par des échauffements sont enfermées dans une résine de telle manière que cette atmosphère explosive ne puisse pénétrer et donc s'enflammer.
Suppression de la source d'inflammation	Sécurité augmentée – symbole (e) 	Mode protection consistant à appliquer des mesures afin d'éviter, avec un coefficient de sécurité élevé, la possibilité de températures excessives et l'apparition d'arcs ou d'étincelles à l'intérieur et sur les parties externes du matériel électrique qui ne produit pas en service normal.
	Sécurité intrinsèque – symbole (ia ou ib) 	Un circuit de sécurité intrinsèque est un circuit dans lequel aucune étincelle ni aucun effet thermique, produit dans les conditions d'épreuve prescrites par la norme, n'est capable de provoquer l'inflammation d'une atmosphère explosive donnée.
Non propagation de l'inflammation	Enveloppe antidéflagrante –symbole (d) 	Les pièces, qui peuvent enflammer une ATEX, sont enfermées dans une enveloppe qui résiste à la pression développée lors d'une explosion interne d'un mélange explosif et qui empêche la transmission de l'explosion à l'atmosphère environnante de l'enveloppe.

	Remplissage pulvérulent –symbole (q) 	Les parties susceptibles d'enflammer une atmosphère explosive sont en position fixe et sont complètement noyées dans un matériau de remplissage de telle sorte que l'inflammation d'une atmosphère explosive environnante soit empêchée.
--	---	--

Cas particulier: mode de protection (n) :

Ce mode de protection ne peut être utilisé que pour un matériel situé dans un emplacement où une atmosphère explosive n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou alors de courte durée (fonctionnement anormal prévisible).

8.4. Marquage des équipements électriques ATEX

Le marquage des équipements électriques utilisés en zone ATEX (Atmosphères Explosives) est un élément essentiel pour garantir la sécurité de ces environnements industriels présentant des risques d'explosion. La réglementation européenne, à travers la directive ATEX 2014/34/UE, encadre de manière très stricte les exigences de marquage applicables à tous les appareils, qu'ils soient électriques ou non-électriques, destinés à être utilisés dans ces zones à risque.

Le marquage ATEX obligatoire indique des informations cruciales, telles que le groupe d'appareils (II pour les industries de surface), la catégorie de l'appareil (1, 2 ou 3 selon le niveau de sécurité requis) et le type d'atmosphère explosive pour laquelle il est conçu (G pour gaz/vapeurs, D pour poussières). Ce marquage réglementaire permet de s'assurer que l'équipement est conforme aux prescriptions techniques liées aux différentes zones ATEX.

En complément du marquage ATEX, un marquage normatif complémentaire est également requis. Celui-ci permet de vérifier l'adéquation de l'appareil aux caractéristiques physicochimiques spécifiques de l'atmosphère explosive présente dans la zone d'utilisation. Ce marquage fournit des informations telles que le mode de protection utilisé, la classe de gaz/vapeurs ou de poussières, la température de surface maximale admissible et l'indice de protection IP contre les infiltrations.

Le respect strict de ces obligations de marquage est essentiel pour s'assurer que les équipements électriques utilisés dans ces environnements potentiellement explosifs sont conformes aux exigences de sécurité les plus élevées. Cela permet de prévenir les risques d'inflammation et d'explosion, garantissant ainsi la protection des travailleurs, des installations et de l'environnement. Le non-respect de ces réglementations peut avoir des conséquences graves, pouvant aller jusqu'à l'interdiction d'utilisation des équipements et la mise en danger des personnes présentes sur le site industriel.

8.4.1. Catégorie des matériels électriques :

Les matériels électriques destinés à être installés dans les zones ATEX sont classés en deux groupes :

- **Groupe I** : pour les travaux souterrains des mines et/ou partie de leurs installations en surface (exposition au danger par le grisou et/ou les poussières combustibles), « M1 » assurant un très haut niveau de protection et « M2 » assurant un haut niveau de protection.
- **Groupe II** : pour les autres lieux susceptibles d'être mis en danger par des atmosphères explosives (industrie de surface). Dans ce groupe, il existe trois catégories d'appareils : « Catégorie 1 » assurant un très haut niveau de protection, « Catégorie 2 » assurant un haut niveau de protection et « Catégorie 3 » assurant un niveau normal de protection.

Pour les industries de surface (groupe II), le matériel est choisi en fonction de l'évaluation des risques (zones) et de la substance inflammable à laquelle il peut être exposé. Les zones ATEX sont classées en deux familles, la première due à la présence de gaz, de vapeur ou de brouillard représentée par une lettre « G » et la seconde due à la présence de poussière identifiée par la lettre « D ».

Par exemple, un appareil électrique installé dans la zone 1 d'une réserve de produit de solvant inflammable doit être de catégorie II, avec un haut niveau de protection 2 au minimum et adapté aux atmosphères explosives type gaz « G ».

8.4.2. Groupes et subdivision des gaz/vapeurs :

La classification des gaz en groupes d'explosion permet de connaître leur niveau de dangerosité. Elle est réalisée sur la base de deux paramètres, l'énergie minimale d'inflammation (plus la valeur est faible, plus le risque est important) et l'interstice expérimental maximal de sécurité (IEMS, soit l'épaisseur maximale de la couche d'air entre deux parties d'une chambre interne d'un appareil d'essai qui, lorsque le mélange interne est enflammé, empêche l'inflammation d'un mélange gazeux externe à travers un épaulement de 25 millimètres de longueur).

On distingue quatre groupes de gaz, classés par ordre croissant de dangerosité allant de I à IIC. Le tableau suivant donne le classement de cinq gaz représentatifs.

Tableau 5: Le classement des gaz en groupe [18]

Groupe	Gaz	Groupes de gaz
I – Mines	Méthane	I
II - Industrie de surface	Propane	IIA
	Éthylène	IIB
	Acétylène	IIC
	Hydrogène	IIC

8.4.3. Classe de température :

Chaque substance inflammable a sa propre température d'auto-inflammation, c'est-à-dire qu'elle peut s'enflammer sous l'effet de la chaleur sans élément déclencheur. Plus cette température est faible, plus la substance est dangereuse. C'est pourquoi les matériels électriques utilisés dans une zone ATEX sont classés de T1 à T6 en fonction de la température maximale de surface qu'ils génèrent. Attention, il appartient à l'utilisateur de vérifier l'adéquation du matériel avec les classes de températures.

Tableau 6: Les classes de température pour les équipements électriques dans les zones ATEX [18]

Classes de température	Valeur maximale (° C)
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

8.4.4. Etanchéité du matériel pour les poussières :

Un critère supplémentaire pour permettre le choix du matériel électrique est le niveau d'étanchéité aux poussières. Il est choisi en fonction de la zone où il est prévu d'installer le matériel. Il détermine son indice de protection (IP).

Indice de protection

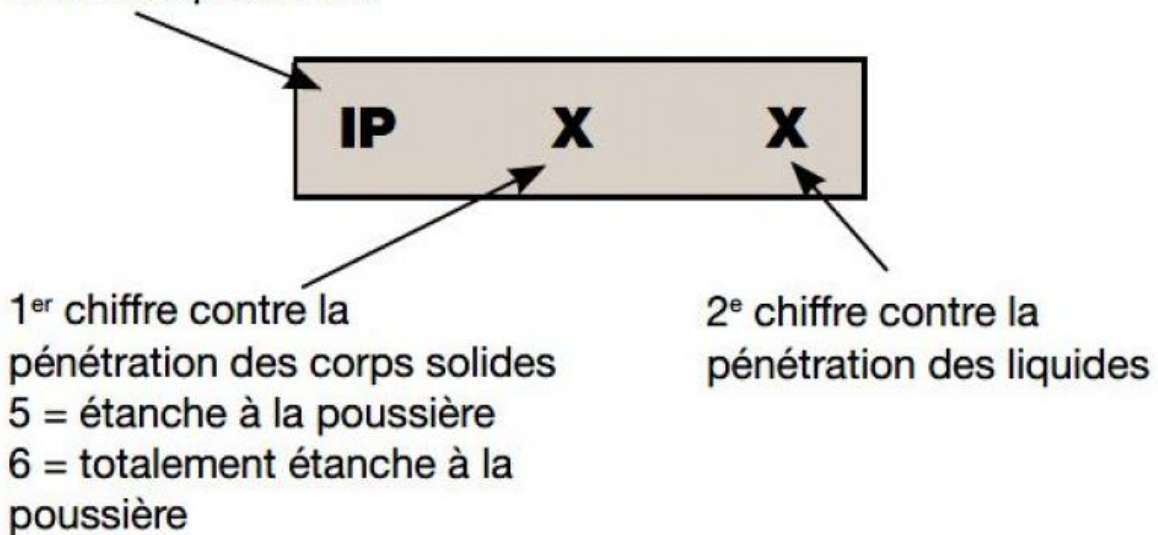


Figure 14: Indice de protection du matériel électrique [18]

8.5. Explication comment lire un marquage des matériels électriques utilisés en zone ATEX :

Tout appareil destiné à être utilisé en zone ATEX doit porter, de manière lisible et indélébile, l'ensemble des caractéristiques sous forme d'un marquage réglementaire et normatif qui permet de vérifier son adéquation avec l'environnement dans lequel il est utilisé. Les indications sont résumées dans les exemples ci-dessous.

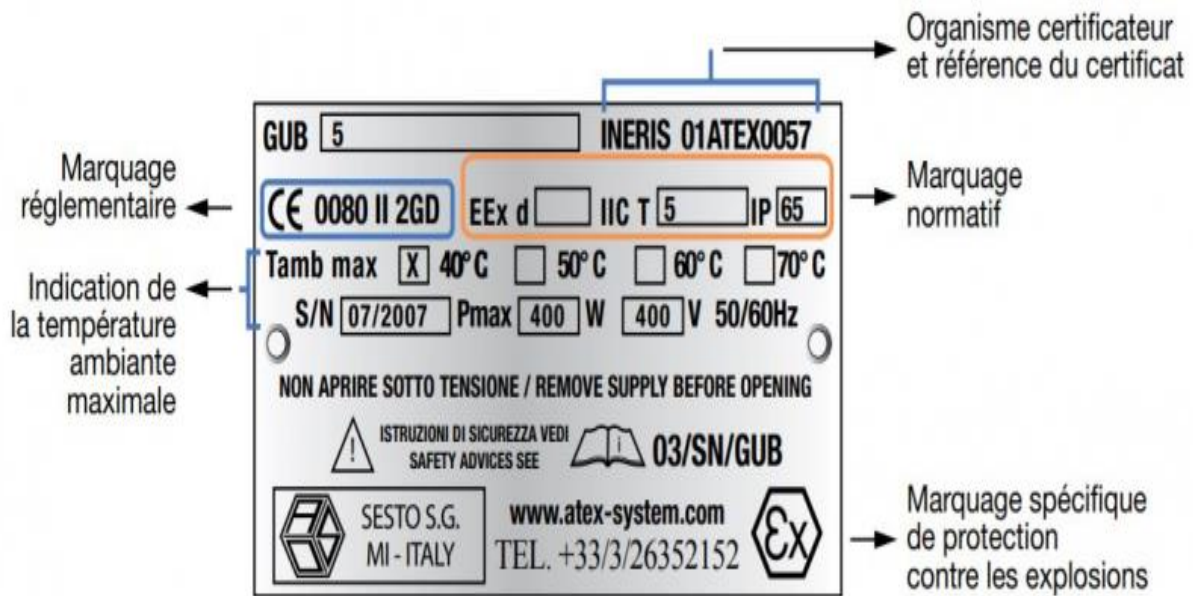


Figure 15: Le marquage de l'appareil électrique. [18]



Figure 16: Le marquage réglementaire. [18]

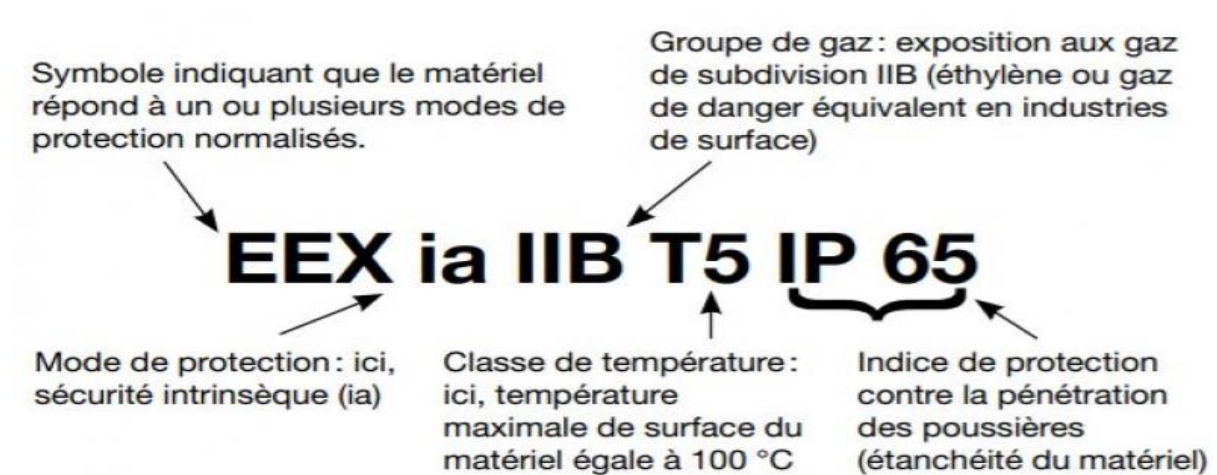


Figure 17: Le marquage normatif. [18]

Conclusion

Après avoir vu dans cette partie les différents types des zones ATEX qu'on peut les trouver dans les milieux industriels et les équipements électriques peuvent être présentes, dans le chapitre suivant nous aborderons pratiquement l'étude de la mise en conformité réglementaire des équipements électriques dans les zones ATEX dans une usine pétrolière.

Chapitre III :
Identification et évaluation de la
conformité des équipements
électriques dans les zones ATEX

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

1. Introduction

Dans les deux chapitres précédents on a présenté les éléments de la mise en conformité réglementaire, et nous avons accentué sur la méthodologie de l'étude ATEX dans les milieux industriels et présenté comment les installations et les équipements électriques situés dans des unités des activités hydrocarbures peuvent être une menace peut gérer des accidents catastrophiques surtout dans le cas de conformité de ces équipements.

Dans ce chapitre, nous allons faire une étude de vérification de l'adéquation des équipements électriques en zone ATEX dans le complexe de gaz d'Alrar affilié à SONATRACH. Pour faciliter notre travail on a choisi une zone dans ce complexe qui est hors service à cause d'un projet de réhabilitation situé dans cette zone, c'était la zone 4-15.

Notre étude de cette zone nous a permis de découvrir plusieurs défaillances et anomalies ont été signalées aux responsables afin d'éviter tout danger potentiel et de les inclure dans leur périmètre d'étude des danger au sein de l'entreprise.

2. Présentation du lieu de stage

2.1. Emplacement géographique du champ

Située à 1700 km au Sud-Sud-Est d'Alger et à 400 km au Nord-Nord-Ouest d'Illizi dont elle relève administrativement.

Limitée au nord et à l'est par la frontière Algéro-Lybiennne à 30 km l'ouest par la route nationale d'In-Amenas et Debdeb et au sud par la région d'In-Amenas. La Direction Régionale de Stah a été créée en 1976, suite à la décentralisation de l'ancien district d'In Amenas. Elle est constituée des champs pétroliers de Stah et Mereksen et du gisement de gaz d'Alrar, cette région exploite près de 220 puits.

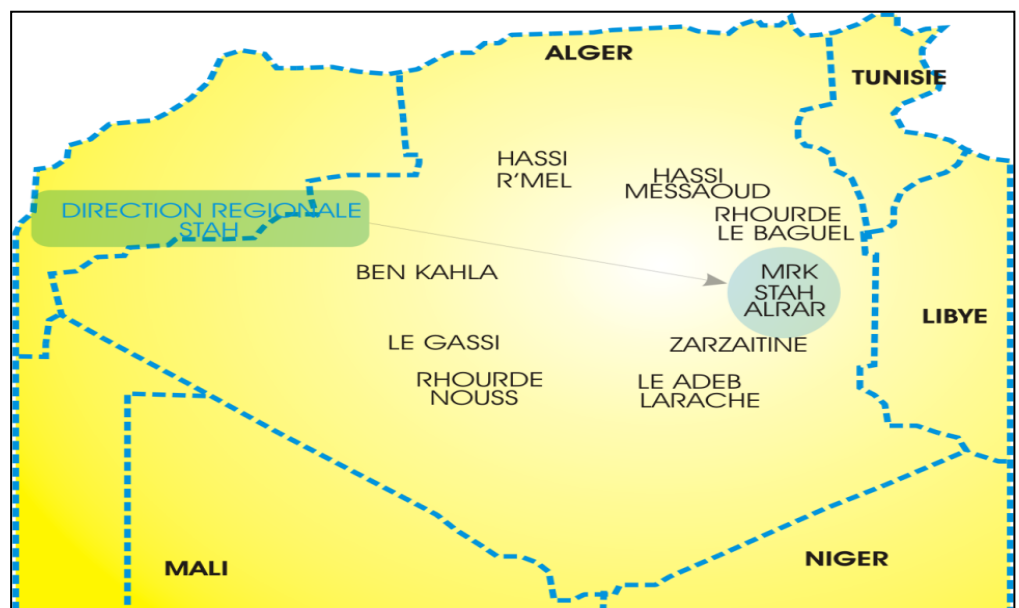


Figure 18: carte géographique représente la position du complexe d'Alrar

2.1.1. Présentation des champs d'ALRAR (Est et Ouest) :

- Date de découverte : 1961.
- Date de mise en service : 1984 pour ALRAR Est et 1997 pour ALRAR Ouest.
- Réservoir producteur : dévonien F3.
- Profondeur moyenne : 2550m.
- Pression initiale : 228 bars.
- Température initiale : 130 °c.
- Salinité de l'eau : 200 g/l.
- Production : gaz et condensât.

2.1.2. Matière première :

Les installations de traitement de gaz d'ALRAR sont alimentées par :

- 22 puits producteurs d'ALRAR Est.
- 13 puits producteurs D'ALRAR Ouest.
- Les liquides récupérés de gaz de STAH / MEREKSSEN.

Les gaz brut en provenance des puits producteurs sont collectés totalement au manifold de production, une partie alimente le train 04.

L'autre partie est envoyée au diffuseur V-403 pour alimenter équitablement les trois autres trains.

2.1.3. Puits producteurs :

La pression au niveau de la tête du puits est de 135,5 bars effectifs

Chaque puits comporte l'équipement suivant :

- vanne d'arrêt XV-801 à chaque tête de puits
- indicateurs de pression et de température en amont et en aval de la duse de production HCV-803
- une duse de production HCV-803 pour contrôler le débit à partir du puits
- un indicateur /totaliseur de débit pour contrôler la production FI-802
- une vanne à duse HCV-804 pour la mise à l'atmosphère des gaz produits à partir du puits
- une soupape de sécurité PSV-801 pour protéger le réseau collecteur contre la surpression
- une pompe d'injection de produits chimiques en tête de puits, P-801 pour la fourniture d'une moyenne de 10,5 ppm d'inhibiteur de corrosion au gaz de la de puits en amont de HCV-803

2.2. Classifications des zones dangereuses pour le complexe de gaz Alrar de SONATRACH

Le complexe de gaz Alrar est conçu pour le traitement du gaz naturel provenant des champs Est/Ouest et des gaz associés de Stah / MRK et CTH afin d'obtenir :

- Condensat
- GPL
- Propane et butane

Une étude de classification de zone a été réalisée pour la classification des emplacements pour les installations électriques dans les installations de pétrole classé comme classe I, Zone 0, Zone 1 et Zone 2.

Le processus de classification des zones dangereuses est fondée sur une évaluation des rejets raisonnablement prévisibles et mineurs qui pourraient résulter des défaillances ou des fuites non catastrophiques, bride généralement des joints, des joints de pompe et garniture de la vanne, et à l'exception des défaillances catastrophiques et des événements exceptionnels.

Les différentes sections / zones de Alrar complexes de gaz classés comme dangereux sont :

1. Réservoirs de stockage condensat et pompes associées (Zone 4-3) : cette zone comporte trois réservoirs à toit flottant et un réservoir de stockage de toit fixe tout de maintien de condensat liquide. Les quatre réservoirs sont entourés individuellement par un mur de digue. Le réservoir de stockage de toit fixe à un événement et la zone entourant la bouche de cet événement est classée comme zone 1. Les zones immédiates entourant les différents points d'échantillonnage est classée comme zone 1. La zone entourant les réservoirs de stockage et les pompes est considérée comme zone 2. comme le trou de vidange qui se trouve dans le coin de la zone Dyke est inférieure à la note qu'il a été classé comme zone. En raison de la possibilité d'un rejet trop élevée dans le cas d'une fuite importante d'une zone 2 supplémentaire a été prévu pour la zone entourant les pompes.

2. Zone de stockage GPL, Butane et Propane (Zone 4-4) : cette zone possède 4 sphères de GPL, 2 antennes cigares butane et 2 antennes cigares propane ainsi que le système de pompage associé. Les zones immédiates entourant les différents points d'échantillonnage est classé dans la zone 1. La zone entourant les sphères et les antennes de cigares fermés par la paroi de la digue et la zone autour de la pompe en dehors de la paroi de la digue est désignée comme la zone 2. La zone entourant la zone 2 autour des pompes est désigné comme zone supplémentaire de 2.

3. Lignes de production (trains) (Zones 1,2,3 et 4) : cette zone est constituée de quatre lignes de traitement de gaz, appelés trains, en utilisant la procédure PRITCHARDHUDSON. Trois trains ont été fabriqués par FLUOR TEXAS et mis en service en 1984, et un train a été fabriqué par MITSUBISHI, et mis en service en 1997. Chaque train ainsi que le système de pompage associé se compose de:

- Une section de séparation liquide :

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

- une section de gaz et de liquide déshydratation
- un circuit de réfrigération au propane
- Une section de pression du gaz Turbo - Expander EC-141
- Une section de compression de gaz résiduel
- Un circuit d'huile chaude.

La zone entourant les événements qui sont ouverts à l'atmosphère est désignée comme zone 1. La zone entourant la zone 1 autour des événements qui sont ouverts à l'atmosphère est désignée comme zone 2. Les zones immédiates entourant les différents points d'échantillonnage est classé comme zone 1. la zone entourant les réservoirs, compresseurs, échangeurs de chaleur, égaliseur, filtres et pompes est désigné comme zone 2. la zone entourant la zone 2 autour des pompes, échangeurs de chaleur, filtres et compresseurs est désigné comme zone supplémentaire 2.

4. Utilitaires (Zones 4-15, 4-1, 2-1 et 3-1) : cette zone a une section de bord de l'air, une section de gaz inerte, une section de gaz combustible et une section de fractionnement de gaz propulseur pour le propane requis pour le traitement des trains, aussi bien que pour les besoins de butane et de propane de Naftal.

La zone entourant les réservoirs, compresseurs, échangeurs de chaleur, et les pompes est désigné comme zone 2. La zone entourant la zone 2 autour des pompes, des réservoirs, Echangeurs de chaleur et des compresseurs est désigné comme zone supplémentaire 2.

5. Gaz de réinjection (Zone 15) : cette zone comprend trois unités de compression (unités A, B et C). Les compresseurs sont situés à l'intérieur d'un hangar qui est ventilé artificiellement par des ventilateurs dans le toit, d'où la zone entourant les compresseurs est désignée comme zone 2. Les réservoirs et les échangeurs de chaleur sont situés en plein air et la zone qui les entoure est considéré comme une zone 2. la zone entourant les événements du compresseur sont désignés comme une zone 2.

6. Zone de Chargement / Déchargement Camion-citerne : autour de l'installation fixe de la tuyauterie et des points de chargement, libère le cas échéant par des joints de bride est désignée comme zone 2. Au cours du processus de chargement /déchargement de zone 1 un dégagement de gaz se formera autour de la connexion de la ligne de chargement / déchargement et la connexion de la ligne de vapeur sur le camion-citerne

3. Etude de la conformité des équipements électriques installés dans la zone 4-15 par rapport aux zonage ATEX

3.1. Zonage ATEX pour la zone 4-15

Les zones dangereuses sont classées en zones en fonction de la fréquence de l'apparition et la durée d'une atmosphère de gaz explosif. Selon API pratique recommandée 505 les conditions qui doivent exister pour la zone à classer dans des zones différentes est donné ci-dessous :

Classe I, Zone 0: est un emplacement:

1) dans laquelle la concentrations de gaz ou de vapeurs inflammables sont présents en continu; ou

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

2) dans laquelle la concentrations de gaz ou de vapeurs inflammables sont présents pendant de longues périodes de temps.

Classe I, Zone 1: est un emplacement:

1) dans laquelle les concentrations inflammables de gaz ou de vapeurs sont susceptibles d'exister sous des conditions normales de fonctionnement; ou

2) dans laquelle concentrations de gaz inflammables ou des vapeurs fréquente à cause des opérations de réparation ou d'entretien ou à cause de fuites; ou

3) dans laquelle l'équipement est utilisé ou opérations sont effectuées qui sont d'une nature telle que les opérations de bris d'équipement ou défectueux pourrait entraîner la rejet de concentrations de gaz ou de vapeurs inflammables et peuvent également provoquer une défaillance simultanée de l'équipement électrique dans un mode de sorte pour amener l'équipement électrique de devenir une source d'inflammation; ou

4) qui est adjacente à une classe I, zone 0 emplacement à partir duquel les concentrations inflammables de vapeurs peuvent être communiquées, à moins que la communication est empêchée par ventilation en pression positive suffisante à partir d'une source d'air propre et une protection effective contre l'insuffisance de ventilation sont prévus.

Classe I, Zone 2: est un emplacement:

1) dans lequel concentrations de gaz ou vapeurs inflammables ne sont pas susceptibles de se produire en fonctionnement normal et si elles ne se produisent existera seulement pendant une courte période; ou

2) dans laquelle des liquides inflammables volatils, des gaz inflammables ou vapeurs inflammables sont manipulés, traités ou utilisés, mais dans lequel les liquides, les gaz ou vapeurs se limitent normalement dans des réservoirs fermés, des systèmes fermés à partir de laquelle ils peuvent échapper seulement à la suite de rupture accidentelle ou rupture des réservoirs ou du système, ou à la suite du fonctionnement anormal de l'appareil avec lequel les liquides ou les gaz sont manipulées, traitées ou utilisées; ou

3) dans laquelle les concentrations inflammables de gaz ou de vapeurs sont empêchés normalement par la ventilation mécanique positive, mais qui peuvent devenir dangereux en raison d'une défaillance ou un fonctionnement anormal de l'équipement de ventilation; ou

4) qui est adjacente à une classe I, zone 1 emplacement, à partir de laquelle les concentrations inflammables de gaz ou de vapeurs peuvent être communiquées, à moins que cette communication est empêchée par une ventilation adéquate à pression positive à partir d'une source d'air propre, et une protection effective contre ventilation l'échec sont fournis.

Nous avons récupéré un zonage ATEX de la zone appelée Zone 4-15 qui a été fait par un bureau d'étude conventionné avec SONATRACH, ce zonage a été préparé selon les caractéristiques qu'on a expliqué dans le paragraphe ci-dessus. Voici le zonage ATEX de la zone 4-15 :

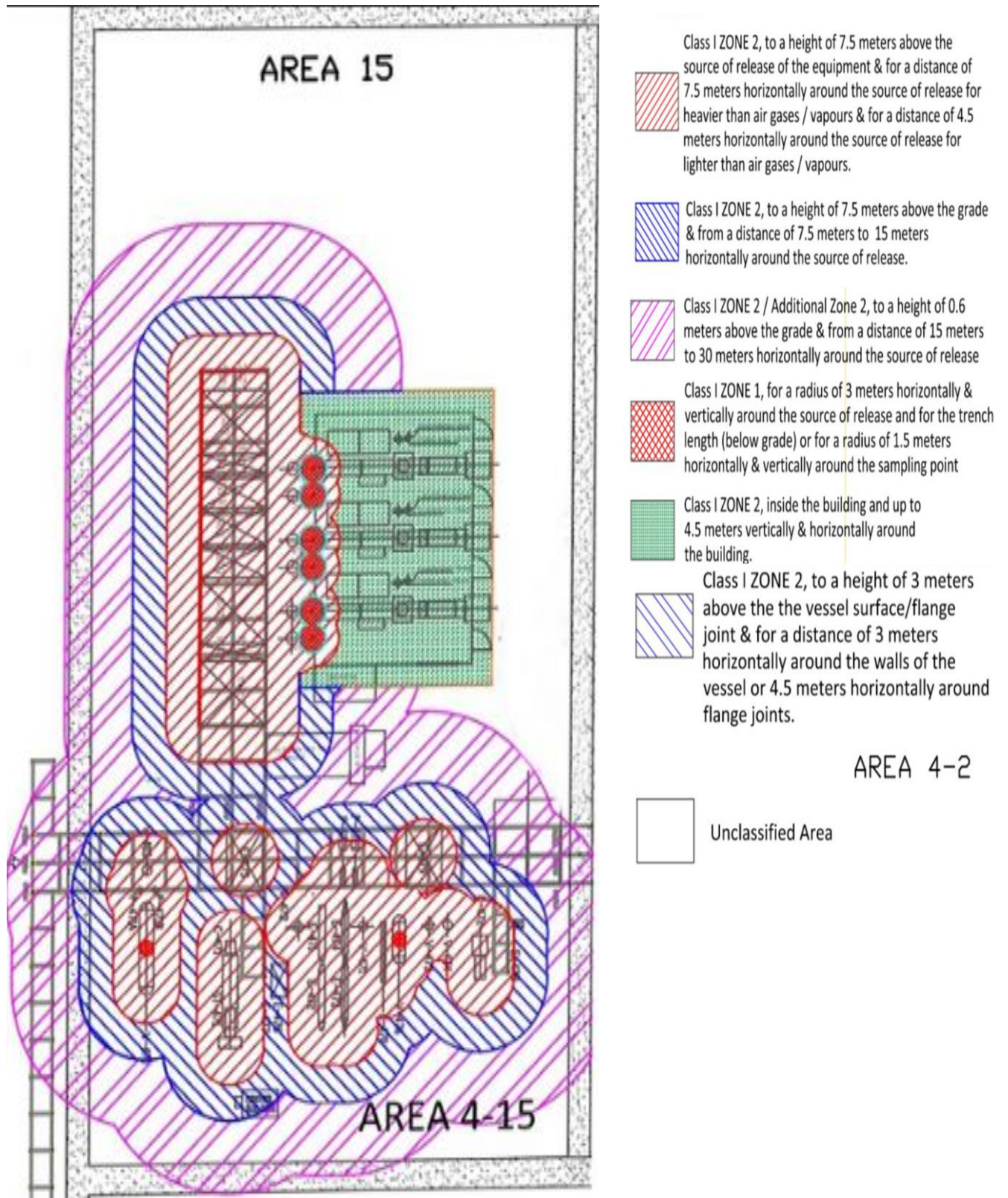


Figure 19: le zonage ATEX de la zone 4-15

3.2. Visite de la zone 4-15 et la vérification de la conformité des équipements électriques

Après notre visite de la zone 4-15, nous avons vérifié la conformité des équipements électriques y installés par rapport le zonage ATEX du ce site, et on a fait un rapport d'adéquation des équipements en zone ATEX ; on a trouvé que la plupart des équipements sont conformes par rapport le zonage ATEX mais il y'a certains équipements ne sont pas ATEX déjà, voici des photos figurent quelques équipements qu'on a vérifié suivis par un rapport adéquation des équipements en zone ATEX :

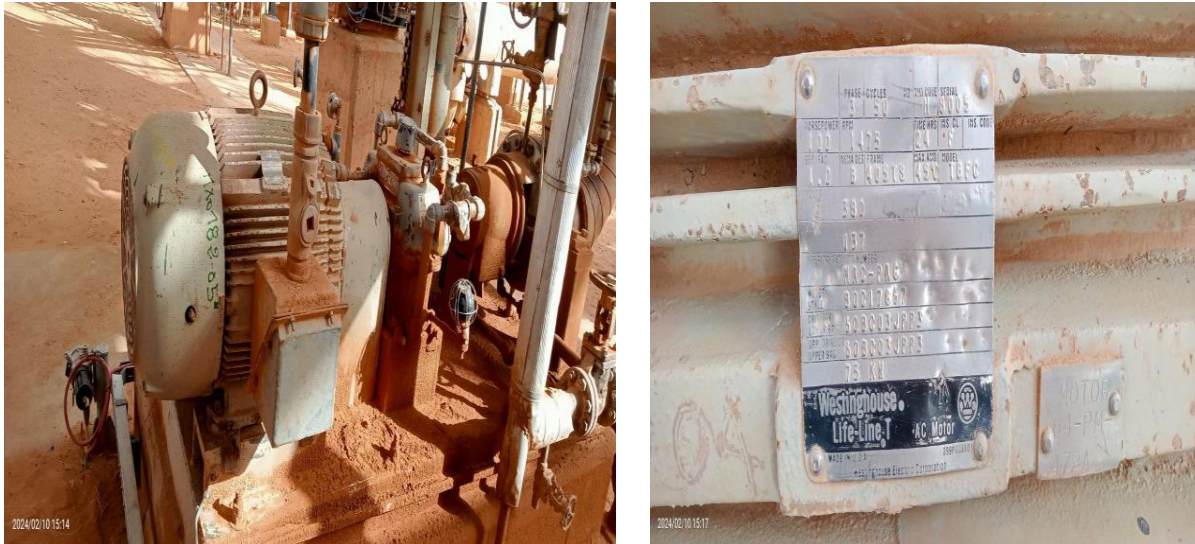


Figure 20: Pompe P472A -non ATEX-



Figure 21: Transmetteur de pression PT455 -ATEX-

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX



Figure 22: Chromatographe 14-AE-497 "Analyseur du gaz"



Figure 23: Electro vanne ouverture/fermeture XY420-B

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

Tableau 7 : rapport adéquation des équipements en zone ATEX

N°	Identification					Relevé su appareil					Correspondance code API RP 500/ Directive ATEX 99/9/CE		Adéquation Equipement /Zonage
	Situation géographique	Repère Fonction	Classement selon plan de zone unité API RP NEC 500	Type de matériel	N° de série	Marquage atmosphère explosive	Mode de protection	Groupe de sureté	Température marquée (T1-T6)	Marquage de l'équipement	Code RPI RP 500	Directive ATEX 99/9/CE	OUI/NON
1	ZONE 4-15	Pompage liquide vers les trains	Zone de type 2	pompe	P472A	/	/	/	/	/	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe D	Zone 2, Groupe IIA	Non
2	ZONE 4-15	Mesure de la pression des fluides	Zone de type 2	Transmetteur de pression	PT455	Ex d IIA T4	Ex d (anti déflagration)	II A	T4(200- 300C°)	Ex d IIA T4 BAS00ATEX3167X	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe D	Zone 2, Groupe IIA	Oui

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

3	ZONE 4-15	Variation de la taille du passage de débit	Zone de type 2	Vanne de régulation débit (anti pompage)	FV410	Ex d IIB T6	Ex d (anti déflagration)	IIB	T6(moins ou égale 85 C°)	Ex d IIB T6 07ATBX12538X	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe C	Zone 2, Groupe IIB	Oui
4	ZONE 4-15	La détection des gaz	Zone de type 2	Détecteur du gaz	XGD137	Ex d IIC T5	Ex d(anti déflagration)	IIC	T5(85-100C°)	Ex d IIB T5 0072836-001	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe B	Zone 2, Groupe IIC	Oui
5	ZONE 4-15	Analyse des gaz	Zone de type 2	Chromatographe (Analyseur du gaz)	14-AE-497	Ex d IIB+H ₂ T6	Ex d(anti déflagration)	IIB	T6(moins ou égale 85 C°)	Ex d IIB+H ₂ T6 BS583094X123	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe C	Zone 2, Groupe IIB	Oui

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

6	ZONE 4-15	Comptage transactionnel	Zone de type 2	Transmetteur de débit'' Ultra-son''	FT497-B	/	/	/	40-60C°	Model 3410 séries DMC-005324	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe D	Zone 2, Groupe IIA	Non
7	ZONE 4-15	pompage	Zone de type 2	Pompe d'huile chaud	P131-A	/	/	/	/	/	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe D	Zone 2, Groupe IIA	Non
8	ZONE 4-15	Climatisation	Zone de type 2	Climatiseur de salle contrôle	/ (difficulté de prendre le N° de série)	/	/	/	/	/	Zone de type2 : Classe I,Division 2, Groupe D	Zone 2, Groupe IIA	Non

3.3. Quelques anomalies détectées après la visite du site

nous avons découvert plusieurs anomalies et nous avons les marquer pour les présenter aux responsables du site en donnant des recommandations pour trouver les solutions, voici quelques anomalies y trouvées :



Figure 24: Transmetteur -Non ATEX-



Figure 25: L'existence d'une pompe non ATEX dans une zone considérée comme une zone 2



Figure 26: Mauvaise fixation des câbles ATEX et câblage ATEX non protégé à ras du sol extrêmement exposé aux chocs mécaniques



Figure 27: Aucune signalisation de limites des zones ATEX



Figure 28: L'existence des climatiseurs non-ATEX dans une zone ATEX

3.4. Recommandations suggérées pour l'élimination de la non-conformité

Nous avons essayé de proposer quelques recommandations pour éviter la non-conformité des équipements électriques situés aux zones classées comme ATEX. Notre appréciation s'est appuyée sur la consultation des employés de l'institution de divers responsabilités et spécialités (HSE, maintenance, électricité, exploitation... etc.), les recommandations proposées sont les suivantes :

- Mettre en place des panneaux de signalisation du risque de l'explosion et des zones ATEX dans le site, il est notable qu'il y a un manque flagrant de signalisation.
- Utiliser des équipements certifiés ATEX adaptés à chaque zone. Par exemple, les équipements pour la Zone 0 doivent avoir une protection plus rigoureuse que ceux pour la Zone 2.
- Vérifier que tous les équipements électriques et électroniques sont conformes aux normes ATEX et remplacer ceux qui sont non-ATEX par des équipements ATEX pour garantir une bonne sécurité.
- Installer les équipements selon les bonnes pratiques et les directives spécifiques aux zones ATEX. Cela inclut le scellement des câbles et le choix des connexions adaptées.
- Veiller à ce que les boîtiers, raccords et autres composants soient correctement installés pour empêcher toute infiltration de gaz.
- Établir un programme de maintenance régulière pour vérifier et entretenir les équipements afin de garantir leur conformité continue.
- Effectuer des inspections périodiques par des personnels qualifiés pour détecter toute défaillance ou non-conformité.
- Assurer l'enregistrement de toutes les modifications faites sur les installations surtout les installations et les équipements ATEX, (il n'y a pas d'enregistrements ou de documents de modifications disponibles auprès de l'équipe de maintenance).
- Il est recommandé de mettre à jour et d'optimiser les routines d'entretien préventif et la liste des tâches en fonction des études de fiabilité, du taux de défaillance réel de l'équipement et de l'analyse comparative par rapport aux pratiques industrielles et aux données de fiabilité publiées.
- Il est recommandé de créer un service de la fiabilité sous la responsabilité du service de maintenance afin de cerner et de gérer les risques liés à la fiabilité des biens qui pourraient nuire aux activités de l'usine ou de l'entreprise (la présence des équipements électriques étiquetés ATEX mais ils sont en état dégradé).
- Elaborer un document de stratégie de fourniture et stockage des pièces de rechange à chaque site.
- Mettre en place un registre des non-conformités pour enregistrer toutes les non-conformités, p. ex. le contournement des alarmes, les inspections en retard et les activités d'entretien.
- Mettre à jour la cartographie du zonage ATEX surtout dans les zones contenant des installations électriques. Les registres et les calendriers de maintenance et de vérification des équipements électriques devraient être établis. Il est également recommandé de mettre à jour et de tenir à jour les registres et les informations

Chapitre III : Identification et évaluation de la conformité des équipements électriques dans les zones ATEX

relatives aux équipements électriques conformément aux normes exigées afin que la conformité ATEX des équipements électriques puisse être vérifiée et contrôlée.

- Former tous les employés travaillant dans les zones ATEX sur les dangers potentiels, les procédures de sécurité et l'importance de la conformité.
- Assurer une communication claire et efficace entre les équipes pour tout ce qui concerne la sécurité et la conformité ATEX
- Mettre en place des protocoles de formation continue pour maintenir un haut niveau de compétence et de vigilance.
- Installer des barrières de sécurité intrinsèque pour limiter l'énergie électrique et thermique disponible dans les zones à risque, réduisant ainsi les risques d'explosion.
- Installer des systèmes de ventilation adaptés pour diluer et évacuer les gaz inflammables combustibles des zones à risque, réduisant ainsi la probabilité d'atteindre des concentrations explosives.

4. Conclusion

Notre étude, menée dans ce chapitre au sein du complexe gazier d'Alarar affilié à SONATRACH, a été très enrichissante. Elle nous a permis de nous interroger sur la conformité réglementaire des équipements électriques par rapport aux zones ATEX.

Au cours de notre visite, nous avons identifié plusieurs anomalies qui entravent la mise en conformité des équipements électriques.

Nous avons ensuite consigné ces observations et les avons présentées aux responsables de l'entreprise, accompagnées de nos recommandations.

Conclusion générale

Conclusion générale

À la conclusion de notre travail, nous constatons que la mise en conformité réglementaire des installations et des équipements industriels est un moyen global et indispensable pour assurer la sécurité dans les milieux industriels, prévenir les accidents et protéger l'environnement.

Cette étude a été réalisée dans le but de souligner l'importance de la mise en conformité réglementaire. Nous avons pris comme exemple la mise en conformité des équipements électriques par rapport au zonage ATEX dans les milieux industriels des hydrocarbures. Ce processus est essentiel pour garantir la sécurité et la protection contre les risques d'explosion dans ces environnements potentiellement dangereux.

Dans le premier chapitre de la partie théorique, nous avons examiné les principes de la mise en conformité réglementaire et son évolution. Nous avons vu que le programme de mise en conformité réglementaire doit couvrir plusieurs aspects : l'intégrité des installations et des équipements, la prévention des risques industriels et la protection de l'environnement, dans le cadre du développement durable.

Le deuxième chapitre était consacré à la méthodologie de l'étude ATEX dans le domaine industriel et dans le cadre de la mise en conformité réglementaire. Nous y avons discuté du risque d'explosion et des zones classées selon leur probabilité d'explosion, ainsi que des caractéristiques des équipements électriques adaptés à ces zones.

Dans la partie pratique, notre étude s'est concentrée sur l'identification et l'évaluation de la conformité des équipements électriques par rapport au zonage ATEX au sein du complexe gazier d'Alarar affilié à SONATRACH. Nous avons appliqué pratiquement tout ce dont nous avons discuté dans la partie théorique. Nous avons relevé plusieurs anomalies et proposé des solutions et des recommandations pour y remédier.

Enfin, ce mémoire nous a permis de comprendre l'importance de la mise en conformité réglementaire des installations dans l'industrie des hydrocarbures. Nous avons acquis de nombreuses connaissances sur les zones d'atmosphère explosive et sur les procédures à respecter pour l'installation de chaque équipement ou appareil dans la zone appropriée.

Bibliographie

- [1] SONATRACH, "Guideline de mise en conformité réglementaire « Décret Exécutif n°21-331 du 25 août 2021 », " 2022.
- [2] le législateur algérien, "Décret exécutif n° 21-331 du 16 Moharram 1443 correspondant au 25 août 2021 définissant les conditions de mise en conformité des installations et équipements relevant des activités hydrocarbures réalisées antérieurement," 2021.
- [3] législateur canadien. Règlement sur les installations pour hydrocarbures de la zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse (DORS/95-191). [Online]. <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-95-191/page-6.html>, (2020)
- [4] Autorité de régulation des hydrocarbures, *Guide de Mise en Conformité des installations du secteur des Hydrocarbures Décret N°14 - 349.*, 2018.
- [5] le législateur algérien, *Décret exécutif n° 15-09 du 14 janvier 2015 fixant les modalités d'approbation des études de dangers spécifiques au secteur des hydrocarbures et leur contenu.* Alger, 2015.
- [6] INERIS. Dossiers réglementaires ICPE & autres, SGS - Système de Gestion de la Sécurité. [Online]. <https://prestations.ineris.fr/fr/solutions-thematiques/installations-procedes-equipements/dossiers-reglementaires-icpe-autres/sgs>, (2024).
- [7] le législateur algérien, "Décret exécutif n° 09-335 du 20 octobre 2009 fixant les modalités d'élaboration et de mise en œuvre des plans internes d'intervention par les exploitants des installations industrielles," 2009.
- [8] législateur algérien, Loi n 03-10 relative la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, 2003.
- [9] Unesco. étude d'impact environnemental. [Online]. <https://whc.unesco.org/en/glossary/499>
- [10] (2023) Gouvernement du Canada. [Online]. <https://www.dfo-mpo.gc.ca/sch-ppb/toolbox-boiteaoutils/environnement-environnement/environnement-plan-environnementale-fra.html>
- [11] inrs. explosion sur le lieu de travail. [Online]. <https://www.inrs.fr/risques/explosion/conditions-survenue-consequences.html>, (2015).
- [12] GazDetect. Norme et réglementation ATEX - Atmosphères Explosives. [Online]. <https://www.gazdetect.com/normes-reglementations/norme-et-reglementation-atex/>
- [13] aet-solution, GUIDE ATEX | IECEx, Définitions et généralités concernant les zones dangereuses, 2018.
- [14] INRS, *Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives.* Paris, 2020.
- [15] IEC, *IEC 60079-10-1:Atmosphères explosives – Partie 10-1: Classification des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses.*, 2020.

Bibliographie

- [16] iloencyclopedia. Appareils et équipements électriques. [Online].
<https://iloencyclopaedia.org/fr/part-xiii-12343/electrical-appliances-and-equipment>
- [17] Bernard GUIGUES, *Protections électriques des alternateurs et moteurs.*, 1996.
- [18] PréventionBTP. Matériels électriques pour atmosphère explosive : comment les choisir ?
[Online]. https://www.preventionbtp.fr/ressources/focus/materiels-electriques-pour-atmosphere-explosive-comment-les-choisir_6kG2wXRW3HLTCgSyYqnZgV, (2020).

ملخص:

يتمحور هذا البحث حول الامتثال التشريعي للمنشآت النفطية في البيئات الصناعية، يُعد الامتثال لهذه المنشآت ضروريًا لضمان بيئة عمل آمنة ومتوافقة مع المعايير الدولية. ونظرًا لاتساع الموضوع، أخذنا كمثال دراسة امتثال المعدات الكهربائية بالنسبة لتصنيف المناطق الانفجارية حيث تم تطبيق دراستنا على شركة سوناطراك بالسطح، قمنا بجمع المعلومات وتحديد مدى امتثال بعض المعدات الكهربائية لتصنيف المناطق الخطرة حسب قابلية حدوث الانفجار بها فكشفنا عن بعض المخالفات واقتراحنا حلولاً وتوصيات لحلولها.

الكلمات المفتاحية:

الامتثال التشريعي، المنشآت، آمنة، متوافقة، المعدات الكهربائية، المناطق الانفجارية.

Résumé :

Ce mémoire s'articule aborde la mise en conformité réglementaire des installations hydrocarbures dans les milieux industriels, cette conformité des installations est nécessaire pour garantir un environnement de travail sûr et conforme vis-à-vis aux normes internationales, en raison de l'ampleur du sujet nous avons pris comme un exemple l'étude de la conformité des équipements électriques par rapport au zonage ATEX. Où notre étude a été appliquée à Sonatrach à Stah en collectant les informations et identifiant la conformité des équipements électriques par rapport au zonage ATEX, nous avons relevé plusieurs anomalies et proposé des solutions et des recommandations pour y remédier.

Mots clés : conformité réglementaire, installations, sûr, conforme, équipements électriques, ATEX.

Abstract :

This thesis addresses the regulatory compliance of hydrocarbon installations in industrial environments. This compliance is necessary to ensure a safe working environment that adheres to international standards. Due to the broad scope of the topic, we have taken as an example the study of the compliance of electrical equipment with ATEX zoning. Our study was applied to Sonatrach in Stah by collecting information and identifying the compliance of electrical equipments with ATEX zoning. We identified several anomalies and proposed solutions and recommendations to address them.

Key words : regulatory compliance, installations, safe, adheres, electrical equipments, ATEX