RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIR

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique

Université YAHIA FARES DE MÉDÉA

Faculté de la Technologie

Département de Génie de procédé

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du

Diplôme de Master en Hygiène et sécurité industrielle

Option: Hygiène et sécurité industrielle

Thème

Étude des atmosphères explosives et ces effets

Encadré par :

- Mr. RAHMANI Ahmed Cherif

Présenté par :

- DAANOUNE Mustapha
- TOBBAL Affaf

Promotion : Juin2020

Remerciements

Je remercie dieu de m'avoir préservé pour réaliser ce mémoire

Je tiens à remercier ***Mr. RAHMANI Ahmed Cherif****, le promoteur de ce travail, sans lui cette étude n'aurait jamais eu lieu, et mon binôme «* ***Daanoune Mustapha*** *» qui m'a' aidé et contribué à la réalisation de ce travail de fin d'études.*

Je voudrais dédier ce modeste travail fruit des mes longues années d'études à:

Tous ceux et celles qui ont fait leurs possible, pour faire de moi une meilleur personne :

A' ma mère « ***Bahia****»*

A' mon père « ***Ilyes*** *»*

*A' mes sœurs «****Mounira*** *», «****Meriem****», «****Baya****», «****Maroua****», «****Douaa****»*

*A' tous les membres de ma belle famille, et surtout à mon mari «****Mouhamed Amine****»*

*Sans oublier mes meilleurs amis «****Nabila*** *», «****Selma****», «****Samira****»*

Ainsi qu'a tous mes camarades de promotion ***2019/2020.***

AFFAF

Dédicace

Je dédie cette mémoire à:

Mes chers parents, mes frères et à tous les collègues les plus proches qui m'ont soutenu avec leur aide et sans oublier mon binôme ***TOBBAL Affaf*** *et bien sûr à notre cher professeur qui est riche en définition:* ***MR .RAHMANI Ahmed Cherif*** *pour sa patience et des encouragements*

Et aux gens que j'aime et je ne peux pas vivre sans eux.

DAANOUNE MUSTAPHA

Sommaire

- Liste des tableaux
- Liste des figures
- Résumé
- Abstract
- Problématique

Introduction générale …… 1

Chapitre I : Historique

I. Historique des accidents d'ATEX ……... 3

Chapitre II : Contexte réglementaire et notion générale

II. Notions générales ……. 12

II .1.Qu'est-ce qu'un danger ……. 12

II.2. Qu'est-ce qu'un risque ……. 12

II.3. Qu'est-ce qu'une atmosphère explosive ..……... 12

III. Les bases règlementaires ……. 14

III.1. Règlementation Algérienne ……. 13

III.2. Règlementation européenne ……. 15

III.3. Autres directives européennes concernées ……. 19

IV. Les normes de base ……. 19

Chapitre III : Atmosphère explosive

V. Atmosphère explosives ……..... 20

V.1. Ou trouver l'Atex ……..... 20

V. 2. Classification des zones ……... 21

V. 2.1. Gaz, vapeurs, brouillards ……..... 21

V. 2.2. Poussières ……..... 22

V. 3. Détermination initiale des zones atex …… 23

V. 3.1. Pour les gaz et vapeurs ……..... 23

V. 3.2. Pour les poussières ……. 23

VI. Le risque d'explosion ……. 24
VI .1. La formation d'une explosion …… 24
VI .1.1. L'explosion des gazes et vapeurs ……. 25
VI .1.1.1. Les caractéristiques des gazes les plus reconnue .. 25
VI .1.2. L'explosion des poussiers ……..... 26
VI .2. Les différents types d'explosion …… 27
VI .2.1. Le BELEVE ……. 28
VI .2.1.1. La formation du beleve ……..... 28
VI .2.2. L'UVCE ……. 28
VI .2.3. Le BOILOVER ……. 28
VI .3. Evaluation du risque atex ……... 28
VI .3.1. Identification des produits …….. 28
VI .3.2. Analyser les procédés de mise en œuvre ……..... 29
VI .3.3. Étudier les dysfonctionnements potentiels …….. 29
VI .3.4. Classer les emplacements dangereux (zonage) …….. 30
VI .3.5. Identifier les sources d'inflammation …….. 30
VI .3.5.1. Les surfaces chaudes ……..... 30
VI .3.5.2. Les flammes et gaz chauds ……... 30
VI .3.5.3. Les étincelles d'origine mécanique …….. 31
VI .3.5.4. Le matériel électrique ……... 31
VI .3.5.5.les courants électriques vagabonds …… 31
VI .3.5.6.l'électricité statique …….. 31
VI .3.5.7. La foudre ……..... 32
VI .3.5.8. Les ondes électromagnétiques radio fréquences ….. 32
VI .3.5.9. Autres sources d'inflammation …….. 32
VI.4. Les effets d'atex et d'explosion ……... 33
VI.4.1. Thermiques ……. 33
VI.4.2. Mécanique ……. 33

Chapitre IV : les mesures de prévention et de protection contre les Atex

VII. Moyens de prévention et de protection …… 36
VII. 1. La prévention …… 36
VII. 1.1. Evité la présence de combustible 36
VII. 1.1.1. Remplacer les produits combustibles ……. 36
VII. 1.1.2. Modifier la granulométrie …… 36

VII. 1.1.3. Humidifier les produits ……... 36
VII. 1.1.4. Maintenir la concentration du combustible hors de son domaine d'explosivité 36
VII. 1.1.5. Elimination des dépôts de poussières ……. 37
VII. 1.1.6. Mise en place de détecteurs ……... 37
VII. 1.1.7. Captage des vapeurs ou des poussières ……... 37
VII. 1.1.8. Ventilation ……... 38
VII. 1.2. Evité la présence de comburant ……. 38
VII. 1.2.1.Mise à l'état inerte ……... 38
VII. 1.3. Prévention des sources d'inflammation ……. 38
VII. 1.3.1. Sources d'inflammation liées aux lieux de travail et procès 38
VII. 1.3.2. Prévention des sources d'inflammation liées aux matériels 39
VII. 1.3.3. Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS ATEX) 40
VII. 1.4. Le document relatif a la protection contre l'explosion 40
VII. 1.4.1. Les principaux points qui doivent être abordés dans le DRPCE 40
VII. 1.5. Les appareils …… 43
VII. 1.5.1. Les groupes des appareils …… 43
VII. 1.5.2. Les catégories d'appareils …… 43
VII. 1.5.3. Exemples des appareils ATEX …… 45
VII. 1.5.4. Le marquage …… 47
VII. 2. Les mesures de protection ……... 48
VII. 2.1. Mesures de protection collectives …… 48
VII. 2.1.1. Sur les locaux ……... 48
VII. 2.1.2. Système de découplage technique ……... 49
VII. 2.1.3. Système d'extinction ……. 50
VII. 2.2. Mesures de protection individuelles ……... 50
VII. 2.2.1. Vêtements de travail ……. 51
Conclusion ……. 55

LISTE DES TABLEAUX :

N°	Titre	Page
1	Les groupes d'équipements destinés à être utilisés dans Atex	15
2	Des catégories des matériels destinés à être utilisés dans Atex	16
3	Des autres directives eurropéennes concernées	17
4	Les caractéristiques des gazes	26
5	Les caractéristiques des poussières	27
6	Les caractéristiques des produits combustibles	29
7	Les effets de suppressions brutales sur l'homme	33
8	Les dégâts observés dans les constructions	34
9	Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression	34
10	Les catégories des appareilles et leur zones d'utilisation	44

LISTE DES FIGURES :

N°	Titre	Page
1	Localisation de l'explosion à Skikda	2
2	L'explosion de Skikda	2
3	Localisation de l'explosion à Ghislenghien	3
4	Localisation de l'usine AZF	5
5	Les dégâts causés par l'explosion	6
6	Localisation de l'explosion en Los Alfaque	7
7	les dégâts matériels causés par l'explosion de Los Alfaque	8
8	Localisation d'explosion à Bhopal	9
9	Les conséquences humaines de Bhopal	10
10	30ans après la catastrophe industrielle	11
11	Les limites inférieure et supérieure d'explosivité	12
12	L'échelle de point d'éclair	13
13	Zonage Atex dans une station gasoil	22
14	Schéma présentant les éléments d'explosion Atex	25
15	Schéma pressentant les classements des emplacements dangereux (zonage)	30
16	signalisation des zones Atex	40
17	Combiné sonore et lumineux	45
18	Haut parleur	45
19	Sirène	45
20	Les appareils photo	45
21	Téléphone portable	46
22	Une boîte de jonction et son marquage	46
23	Bleu de travail	51
24	Parkas	52
25	Tenues de protection	52
26	Une chaussure	53
27	Un casque	53
28	Des gants	54

ABREVIATION

GNL: gaz naturel liquéfié

CE: commission européenne

Marquage CE: conformité européenne

LSE: La limite Supérieure d'Explosivité

LIE: La limite Inférieure d'Explosivité

TAI: Température d'Auto-Inflammation

PE: Point d'Eclair

PIE: Point Inférieur d'Explosion

EMI: Energie Minimale d'Inflammation

DRPCE: Document Relatif à la Protection Contre les Explosions

UE: Union Européenne

NF : Norme Francaise

EN: Européen Norme

CEI: Communauté des Etats Indépendants

BELEVE: Explosion de vapeurs en cours d'expansion, émises par un liquide en ebullition (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)

UVCE: explosion de nuage gazeux en milieu non confiné ou semi-confiné (Unconfined Vapor Cloud Explosion)

Le BOILOVER: Le Boil-Over ou Boilover (explosion par vaporisation)

CARATEX: Caractéristiques Atex

INRS: Institute National de Recherché et de Sécurité

AT: Accidents de Travail

MP: Maladies Professionnelles

EIPS: Equipements Importants Pour la Sécurité

CHSCT: Le Comité d'Hygiène de Sécurité et des Conditions de Travail

DP: Les Délégués du Personnel

CENELEC: Comité Européen de Normalisation en Electronique et en Electrotechnique

EPL: Equipement de Protection Level

SAQR-ATEX : Système d'Assurance Qualité Réparateur Atmosphère Explosible.

Résumé

L'objectif de cette étude est de bien comprendre le phénomène des atmosphères explosives, car il constitue un grand danger dans les régions industrielles. Où nous avons discuté de certains des règlements mondiaux qui pourraient nous permettre d'organiser et de contrôler ce danger et nous avons reçu des définitions pour comprendre le problème. Après cela, nous allons au cœur de l'étude et comprenons comment se forme l'atmosphère explosive et comment l'explosion peut se produire en elle-même et ses types, et à la fin nous avons dû donner tous les moyens de prévention et de protection contre le danger d'atmosphère explosive.

Abstract

The objective of this study is to fully understand the phenomenon of explosive atmospheres, as it constitutes a great danger in industrial regions. Where we discussed some of the global regulations that could allow us to organize and control this danger and we were given definitions to understand the problem. After that we go to the heart of the study and understand how the explosive atmosphere is formed and how the explosion can occur in itself and its types, and in the end we had to give all the means of prevention and protection against the danger of the explosive atmosphere.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هي الفهم الكامل لظاهرة الأجواء المتفجرة , لأنها تشكل خطرا كبيرا في المناطق الصناعية. حيث ناقشنا بعض اللوائح العالمية التي يمكن أن تسمح لنا بتنظيم هذا الخطر والسيطرة عليه وتم إعطاؤنا تعريفات لفهم المشكلة. بعد ذلك نذهب إلى قلب الدراسة ونفهم كيف يتشكل الجو المتفجر وكيف يمكن أن يحدث الانفجار في حد ذاته و أنواعه, وفي النهاية كان علينا أن نعطي جميع وسائل الوقاية و للحماية من خطر الجو المتفجر.

Problématique

Compte tenu du développement qui se produit dans toutes les industries et du développement technologique, nous assistons à l'émergence de nombreux risques qui doivent être maîtrisés afin d'éviter de porter préjudice aux travailleurs qui sont payés par l'employeur dans tous les cas, nous avons, par exemple, le risque d'une atmosphère explosive, qui se forme beaucoup Dans les endroits contenant des produits chimiques, des gaz ou des poussières inflammables, il est plus dangereux dans les établissements industriels et les lieux de travail. Encore plus nocif, par conséquent, l'employeur doit voir et réaliser l'importance de surveiller et d'évaluer ce risque pour les travailleurs. Alors, c'est quoi l'atmosphère explosive ? , comment se forme l'ATEX et quelles sont les pertes causées par une explosion d'ATEX ? , et surtout, le but de tout cela. Comment pouvons-nous nous protéger et protéger nos travailleurs contre eux ?

Introduction générale

Le développement des pays est largement déterminé par la performance de leurs industries. Et en présence de ces industries et activités humaines, quelle que soit leur nature, elles représentent beaucoup de risques.

De telles activités entraînent de nombreux risques, notamment l'atmosphère explosive et les explosions, en d'autres termes. Ce type de risque constitue de grandes pertes dans les usines et les institutions selon les différentes raisons de sa survenue. Etant donné uniquement les statistiques et l'historique de ces accidents, ils ne sont pas très fréquents, mais lorsqu'ils surviennent, des pertes massives sont à prévoir sur les biens, l'humain et même sur l'environnement. La prévention du danger des atmosphères explosives fait l'objet d'une réglementation spécifique connue comme la réglementation ATEX, que chaque propriétaire d'établissement doit appliquer dans ses taches, est basée sur les principes généraux de prévention prévus par la loi sur le travail.

Dans cette étude, nous voulions d'abord transmettre quelques réglementations qui peuvent être élaborées pour éviter et se protéger contre les accidents d'atmosphère explosive, puis nous avons défini les principes de base et les principaux concepts qui y sont liés et dans le troisième chapitre, nous avons voulu introduire un proverbe Ces dangers et les zones dans lesquelles ils peuvent se former, alors nous avons connu l'un des dangers les plus importants qui en résultent, qui est l'explosion de ses types et les conditions de sa formation et les effets qui peuvent être causés et produits par elle .

Et dans le dernier, nous avons transmis ce qui peut être fait pour éviter l'apparition et la formation de l'atmosphère explosive et des explosions Et comment la prévention et la protection contre eux, comme mentionné certaines des technologies utilisées dans le même but.

Chapitre I : Historique des accidents

I. Historique:

Chaque jour, dans les milieux industriel, une explosion se produit. Ses conséquences pour le personnel, les populations avoisinantes, les animaux, les biens et/ou l'environnement sont variables selon les cas, comme

- **L'accident de Skikda:**

Le Matin, 20 janvier 2004 ; Une explosion se produit vers 18h40 dans un complexe pétrochimique portuaire, situé sur la côte et comprenant 6 unités de traitement de gaz et d'hydrocarbures. 12 000 personnes travaillent sur ce site qui est en partie alimenté par du gaz et du pétrole en provenance du Sahara.

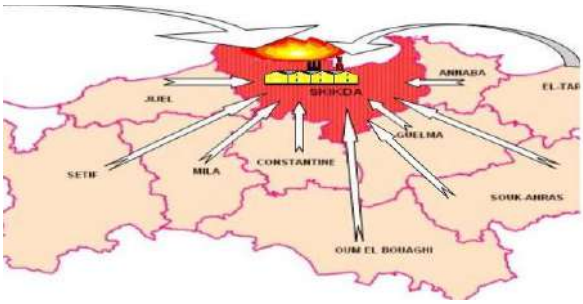


Figure1: Localisation de l'explosion à Skikda

L'accident se produit dans l'unité traitant du gaz naturel (GNL), à la suite de l'explosion d'une chaudière à haute pression fabriquant de la vapeur. Sous la violence de l'explosion, des réservoirs de substances inflammables à proximité sont endommagés à leur tour : les fuites qui en résultent provoquent l'extension de l'incendie en différents foyers et de nouvelles explosions (effet domino). Le souffle de l'explosion, entendue à 10 km à la ronde, brise les vitres d'immeubles et commerces du voisinage. Une cellule de crise est mise en place par l'exploitant et le ministère de l'intérieur, le préfet local (" wali ") déclenche l'équivalent du PPI. Les secours doivent lutter 8 h pour maîtriser l'incendie.



Figure2: L'explosion de Skikda

Le bilan final est très lourd : 27 victimes parmi les employés dont 9 gardiens ou agents de sécurité situés dans un poste proche et 74 blessés (dont 43 sortiront le lendemain après examens). La plupart des décès est liée aux effets de surpression ou de projection et effondrements de structures L'estimation des dégâts matériels se monte à 800 M de dollars. 3 des 6 unités de liquéfaction sont détruites. Des débris sont projetés jusqu'à 250 m du point de l'explosion mais les dégâts restent limités au site.

Selon un des témoins, des bruits anormaux correspondant à des vibrations ou à des fuites sur soupapes auraient été entendus avant l'explosion violente. L'unité ("train 40") où s'est produite l'explosion, semblait présenter des anomalies de fonctionnement régulières. Suite à une fuite importante signalée par un agent de maintenance qui décèdera dans l'explosion, un mélange d'air et d'hydrocarbures gazeux aurait été aspiré par l'entrée d'air de la chaudière du train n°40. Cette aspiration aurait provoqué une première explosion à l'intérieur de cette dernière, suivie d'une seconde déflagration à l'extérieur puis d'un incendie détruisant les "trains" n°20 et 30 voisins espacés de 60 m les uns des autres. **[1]**

- **<u>La catastrophe de Ghislenghien</u>** :

La catastrophe de Ghislenghien désigne l'explosion d'une conduite de gaz à Ghislenghien (une section de la ville d'Ath en Belgique) survenue le 30 juillet 2004. Elle fut provoquée par une fuite de gaz naturel causée par un engin de chantier, a tué 24 personnes (principalement des travailleurs et des pompiers) et fit 132 blessés ou brûlés.



Figure3: Localisation de l'explosion à Ghislenghien

Il s'agit de la catastrophe industrielle la plus meurtrière en Belgique depuis celle du Bois du Cazier en 1956.

Quelques semaines avant la date de l'explosion, lors de la construction d'une usine dans la zone industrielle de Ghislenghien, un engin de chantier griffe une conduite de gaz naturel à haute pression (pression maximale 80 bars) appartenant à la société Fluxys. Le 30 juillet 2004, à 8h56, à la suite d'une augmentation normale de pression pendant l'exploitation de la conduite, la conduite de gaz explose, alors que les pompiers et des techniciens d'Electrabel étaient en train d'intervenir sur un début de fuite.

Une colonne de flammes, haute de plusieurs dizaines de mètres (presque 100 mètres), s'élève dans le ciel1. Elle est visible à plus de 15 kilomètres à la ronde. Un tronçon de la conduite de gaz, mesurant 11 mètres et pesant plusieurs tonnes, est projeté à près de 200 mètres.

Sous l'effet de la chaleur, les circuits électriques de bâtiments, situés à plusieurs centaines de mètres de l'explosion, fondent. La chaleur est ressentie à près de deux kilomètres. Des morceaux des bâtiments sont projetés à six kilomètres.

Une vibration du sol de plus de dix minutes a été enregistrée et s'est propagée en aval du conduit au moins jusqu'à Sirault, à 20,2 kilomètres de là. Le bruit de l'explosion a été entendu par de nombreux témoins jusqu'au sud-est de Bruxelles.

Parmi les victimes on compte des travailleurs du chantier, des pompiers, des policiers, un agent d'Electrabel ainsi que des automobilistes circulant à proximité. Certains corps ont été retrouvés jusqu'à cent mètres de l'explosion. **[2]**

- **<u>la catastrophe de Toulouse (AZF)</u>** :

Le 21 septembre 2001 - soit 10 jours après les événements du 11 septembre -à 10 h 17, un stock d'environ 300 à 400 tonnes de nitrate d'ammonium déclassé destiné à la production d'engrais a explosé dans le bâtiment 221, creusant un cratère de forme ovale de 70 m de long et 40 m de largeur, et de 5 à 6 m de profondeur. La détonation a été entendue à plus de 80 km de Toulouse. Un séisme de magnitude 3,4 a été enregistré.



Figure4: Localisation de l'usine AZF

Selon des témoignages, l'explosion a été précédée de phénomènes de diverses natures (électriques, lumineux, sonores, etc.), et accompagnée de deux bangs qui ont été enregistrés sur magnétophone et analysés. L'intervalle entre les deux détonations varie selon les enregistrements (jusqu'à quelques secondes), et le premier est légèrement moins fort.

Le bilan officiel fait état de trente et un morts, dont vingt et un employés sur le site parmi lesquels dix salariés de Grande Paroisse et huit extérieurs, et environ deux mille cinq cents blessés dont une trentaine dans un état grave.

La majorité des victimes a subi les effets directs du souffle de l'explosion, ou ses effets indirects, en étant touchée par des objets portés par ce souffle (éclats de verre notamment). Selon l'Institut de veille sanitaire, de nombreuses personnes souffrent de désordres psychiques (dépressions, angoisses, insomnies), mais aussi de problèmes auditifs. Dix-huit mois après l'explosion, quelque quatorze mille personnes étaient toujours sous traitement pour pouvoir dormir, calmer leurs angoisses ou soigner une dépression.

Le bilan aurait pu être plus lourd si des canalisations de phosgène situées à proximité n'avaient pas résisté à l'explosion.

L'explosion à causé des destructions importantes dans la partie sud-ouest de la ville. Le site AZF lui-même est soufflé. Seul le poste de garde est encore debout mais il sera détruit le lendemain pour raison de sécurité. La tour AZF résiste tout de même au souffle. À proximité, les zones commerciales de Darty et Brossette sont totalement détruites. Cent cinquante bus de la SEMVAT, la société de transport public toulousain de l'époque, sont également détruits dans l'entrepôt de Langlade situé en face de l'usine.



Figure5: Les dégâts causés par l'explosion

De très nombreux logements, plusieurs entreprises et quelques équipements (piscines, gymnases, salles de concert, lycée Déodat-de-Séverac) ont été touchés. Les dégâts (murs lézardés, portes et fenêtres enfoncées, toitures et panneaux soufflés ou envolés, vitres brisées, etc.) ont été visibles jusqu'au centre-ville. Parmi les équipements publics touchés, on peut citer le grand palais des sports (entièrement démoli et reconstruit à la suite de ces dommages), le Bikini (salle de spectacle), l'École nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques, le lycée Gallieni et le centre hospitalier Gérard-Marchant.

On estime les dégâts matériels globalement à deux milliards d'euros, dont trente-trois millions d'euros pour des bâtiments publics. **[3]**

- **<u>la catastrophe de Los Alfaques:</u>**

Un camion-citerne chargé de propylène liquéfié extrêmement inflammable, prend feu et explose alors qu'il passe au niveau du camping de Los Alfaques, situé entre la route et la mer. 217 personnes (conducteur compris) périssent dans le sinistre et 200 autres sont gravement brûlés.



Figure6: Localisation de l'explosion en Los Alfaque

Le camion, composé d'un tracteur et une citerne semi-remorque quitte une raffinerie 100 km au nord à 12h05 chargé de 23 tonnes de propylène, près de 4 tonnes au dessus de la charge maximale admissible (19,35 tonnes). Le conducteur de la citerne, âgé de 50 ans, aurait reçu des instructions d'emprunter la route nationale 340 à la place de l'autoroute A-7 pour éviter le péage. Or, la route est étroite et sinueuse et traverse plusieurs zones densément peuplées.

À 14:35, alors que le camion passe devant le camping, il fait une embardée et percute le mur séparant le camping du bord de la route. La cause de l'accident de la route n'est pas claire (Crevaison? Fuite sur la citerne ? Rupture hydraulique du réservoir surchargé ? …). Dans tous les cas, le camion-citerne fuit : un nuage de propylène gazeux se forme et dérive sur le camping vers la discothèque au nord-est. Le nuage blanc attire l'attention des clients du camping, qui s'approchent par curiosité. Le nuage atteint une source d'inflammation (probablement au niveau de la discothèque avec 100 personnes), provoquant immédiatement un retour de flamme vers la citerne (UVCE). L'incendie provoque la rupture quasi-instantanée du réservoir affaibli (BLEVE) avec une boule de feu.



Figure7: Les dégâts matériels causés par l'explosion

A cette époque, le camping était bondé avec près de 1 000 vacanciers dans des caravanes et des tentes. L'explosion et sa boule de feu (estimée à plus de 1 000 ° C) détruit voitures, remorques et bâtiments dans un rayon de 300 m (90 % du camping) ; 157 personnes décèdent sur le champ à la suite de la première explosion et des incendies/explosions de voitures et de bouteilles de gaz des touristes. De nombreux grands brûlés meurent à l'hôpital dans les jours suivants.

Dans les 45 min après la catastrophe, les blessés sont évacués de façon non coordonnée dans les voitures d'autres survivants. Les habitants proches apportent leur aide et acheminent les blessés vers les hôpitaux. Des ambulances et les autres forces d'urgence arrivent progressivement. La Garde civile et les forces armées parcourent le camping dévasté à la recherche des survivants. Trois heures seront nécessaires pour que le dernier blessé soit emmené à l'hôpital.

L'enquête officielle identifiera que le camion avait été gravement surchargé et ne disposait pas de soupape de sécurité conçue pour limiter le risque de BLEVE en cas d'incendie. Toutefois, ces soupapes, obligatoires avant 1978, ne l'étaient plus. Le camion était en règle et sa prochaine inspection était prévue en 1980.

La citerne, fabriquée en décembre 1973, ne remplissait pas les conditions requises à l'époque pour le transport de liquides inflammables, justement à cause de l'absence de soupape. Par conséquent, le réservoir a été utilisé pour transporter d'autres substances, dont certaines très corrosives. Les tests sur les restes de la cuve en acier montreront des fissures microscopiques dues à la corrosion causée par les chargements antérieurs d'ammoniac. Ces facteurs sont susceptibles d'avoir conduit à la rupture quasi-instantanée de la cuve déjà endommagée par l'impact lors du flash-over. Un camion-citerne en bon état et correctement

rempli devrait être en mesure de maintenir l'intégrité structurelle dans un feu assez longtemps pour au moins permettre aux gens proches de s'échapper.

L'enquête a également révélé que le sur remplissage des camions-citernes était une pratique courante dans la raffinerie expéditrice, en raison de l'absence de mesure de la quantité de gaz distribué et d'un dispositif d'arrêt automatique pour éviter les débordements.

Après l'accident, les soupapes de sécurité sont rendues à nouveau obligatoires sur les camions-citernes, la réglementation espagnole sur le transport de matières dangereuses est modifiée (interdiction de traverser des zones densément peuplées, renforcement de la formation des conducteurs…) et la coordination des services d'urgence est améliorée. La tragédie a coûté près de 20 M d'euros (de l'époque) aux assureurs. **[4]**

- **la catastrophe de Bhopal:**

Bhopal est une ville située en Inde, dans l'État du Madhya Pradesh, qui a été le théâtre en 1984, de la plus grande catastrophe industrielle de l'Histoire.



Figure8: Localisation d'explosion à Bhopal

Dans la nuit du 2 au 3 décembre 1984, un nuage de gaz très toxique (40 tonnes d'isocyanate de méthyle) s'est échappé d'une usine de production de pesticides appartenant au groupe multinational américain Union Carbide, a cause d' une réaction chimique du produit (L'isocyanate de méthyle) avec de l'eau restée dans un des réservoirs à la suite d'un nettoyage mal surveillé (oublie de fermeture de vanne). Il a provoqué la mort de 16 000 à 30 000 personnes et 500 000 autres ont été blessées.

Les chiffres ne sont pas précis, car le gaz a continuer à tuer durant des années après l'explosion. C'est toujours le cas aujourd'hui. Sans décontamination, l'usine de Bhopal reste dangereuse pour les riverains qui continuent à vivre dans un univers pollué, ce qui provoque des problèmes respiratoires et neurologiques, mais aussi des cancers.



Figure9: Les conséquences humaines de Bhopal

La polémique autour de la catastrophe de Bhopal est toujours vive, les victimes n'ont reçu qu'un maigre dédommagement d'environ 450 € et le danger est toujours présent sur le site 30 ans après. Le site devrait être décontaminé, mais Dow Chemical (qui a racheté Union Carbide) décline toute responsabilité. Le site est donc resté tel quel depuis l'explosion. Le principe pollueur payeur n'est pas appliqué, car l'entreprise responsable de la catastrophe n'en a pas assumé les conséquences.

Avant la catastrophe, l'usine était connue pour ses défaillances en matière de sécurité, principalement en matière de condition de stockage des produits chimiques. Elle avait déjà un impact néfaste sur l'environnement, car des déchets toxiques étaient enfouis dans les sols. Cette catastrophe chimique sans précédent a conduit les industries chimiques à renforcer la sécurité de leurs sites pour ne pas être responsable de tels accidents. En France, un décret a été adopté, il oblige les industriels à déclarer les substances chimiques à risques présentes sur leurs sites.

Trente ans après l'accident, les conséquences en sont encore ressenties par la population locale. De nombreux bébés naissent avec des malformations et le nombre de maladies pulmonaires est plus élevé que dans le reste de l'Inde. Union Carbide n'a jamais nettoyé le site de l'usine et des produits chimiques s'en dégagent encore. **[5]**



Figure10: 30ans après la catastrophe industrielle

Après avoir vu quelques accidents précédents et leurs conséquences, nous devrions maintenant voir les notions important relative a notre sujet et passer à l'étude de l'ATEX lui-même.

Chapitres *II* : notions générales et contexte règlementaires

II. Notions générale:

II.1. Qu'est-ce qu'un danger?

Il existe un grand nombre de définitions de « danger », mais la définition la plus courante dans le contexte de la santé et de la sécurité au travail est la suivante:

- Un danger est toute source potentielle de dommage, de préjudice ou d'effet nocif l'égard d'une chose ou d'une personne.
- Préjudice ou dommage : blessure physique ou atteinte à la santé
- Danger ou phénomène dangereux : source potentielle de dommage pour un travailleur. **[6]**

II.2. Qu'est-ce qu'un risque?

Un risque est la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger. Cette notion peut également s'appliquer à des situations où il y a perte de biens ou d'équipement ou des effets nocifs pour l'environnement.

Risque : combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de la gravité de ce dommage.

Probabilité d'occurrence : possibilité qu'un événement ou un incident se produise. **[6]**

II.3. Qu'est-ce qu'une atmosphère Explosive: Selon la directive 94/9/CE, une « Atmosphère Explosive » (ou ATEX) est un mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

- Elle est à distinguer de l'atmosphère explosible, qui est une atmosphère susceptible de devenir explosive par suite des conditions locales et opérationnelles.

- Afin de mieux comprendre ce mémoire, il est nécessaire d'expliciter certains termes:

- **Combustible:** substance capable de brûler en présence d'un autre réactif (comburant) pour fournir de l'énergie**.**
- **Comburant:** substance chimique qui a pour propriété de permettre la combustion d'un combustible (le plus souvent, il s'agit de l'oxygène de l'air).
- **Combustibilité:** aptitude à brûler (dégager de la chaleur).
- **Inflammabilité:** caractère de ce qui est susceptible de s'enflammer. **[7]**

- **La limite supérieure d'explosivité (LSE):** est la concentration dans l'air de gaz, vapeurs ou brouillard inflammables, au dessus de laquelle une atmosphère explosive gazeuse ne se forme pas (la norme NF EN60079-10).
- **La limite inférieure d'explosivité (LIE):** est la concentration dans l'air de gaz, vapeurs ou brouillard inflammables, au-dessous de laquelle une atmosphère explosive gazeuse ne se forme pas **(**la norme (NF EN60079-10)**.[8]**

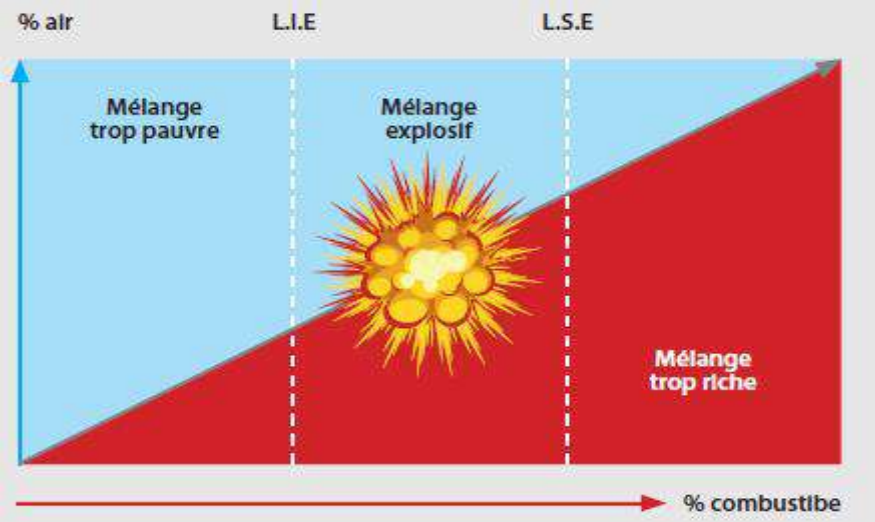


Figure11: Les limites inférieure et supérieure d'explosivité

- **La température inférieure d'inflammabilité:** est la plus haute température pour laquelle aucune inflammation n'est observée et la température limite supérieure d'explosivité est la plus basse température pour laquelle aucune inflammation ne se produit. Ces deux valeurs sont confirmées par deux essais supplémentaires. L'incertitude de mesure de ± 1°C.**[9]**
- **Température d'auto-inflammation(TAI):** température la plus faible d'une surface chaude à laquelle, dans des conditions spécifiées, l'inflammation d'une substance inflammable sous la forme d'un mélange de gaz ou de vapeur avec l'air peut se produire.**[9]**
- **Point d'éclair (PE):** le point d'éclair d'un léquide inflammable est la temperature la plus faible pour lequelle, la présentation d'une flamme provoque l'inflammation des vapeurs émis par un échantillon du liquide, dans des conditions d'essai prescrites (la norme EN1127-1**). [9]**



Figure12: L'échelle de point d'éclair

- **Point Inférieur d'Explosion(PIE):** c'est la température à laquelle les vapeurs émises par le liquide et en équilibre thermodynamique avec lui forment, lorsqu'elles sont mélangées avec l'air sous la pression atmosphérique, une ATEX dont la composition est celle d'un mélange à la LIE **(**La norme NF EN 1127-1) **[9]**
- **Poussière:** Matériau particulaire de forme, structure et densité variables, de granulométrie inférieure à 500 µm environ. **[10]**
- **Zonage poussière**: Des sphères des zones (20, 20,22) sont définies de manière limitée sur les points de perte de confinement (sphères de 1 m de rayon), tant que les manipulations sont effectuées de manière contrôlée. **[10]**
- **Zones ATEX:** la directive 1999/92/CE définie 6 zones en fonction de la probabilité d'existence d'une zone potentiellement explosible. **[10]**

III. Les bases règlementaires:

III.1. Règlementation Algérienne:[11]

- **Décret présidentiel n° 90-198 du 30 juin 1990:**

Ce décret est devisé par 5 titres:

1 / disposition générales;

2/ conservation des substances explosives;

3/ transports des substances explosives;

4/ emploi des substances explosives;

5 /disposition particulières.

Il contenant plusieurs Article, les plus importants entre eux sont:

- **Art. 3**: Les substances explosives constituant la classe 1 des matières dangereuses sont réparties en cinq (5) divisions de risque suivant la nature des effets de leur explosion ou selon leur degré de sensibilité. L'affectation à une division de risque des substances explosives, dépend notamment de leur conditionnement et du mode d'emballage utilisé. Les divisions de risque sont:

Division 1: matières et objets présentant essentiellement un danger d'explosion en masse;

Division 2: matières et objets présentant un danger de projection mais non un danger d'explosion en masse;

Division 3: matières et objets comportant un danger d'incendie avec danger minime par effet de souffle et de projection mais ne présentant pas un danger d'explosion en masse.

Cette division comprend les sous-divisions de matières et objets:

- ✓ 3. a - dont la combustion donne lieu à un rayonnement thermique considérable;
- ✓ 3. b - qui brûlent assez lentement ou les uns à la suite des autres avec effets minimes de souffle et de projection.

Division 4: matières et objets ne présentant qu'un danger mineur en cas de mise à feu ou d'amorçage, dont l'explosion ne donne pas lieu à la projection à distance de fragments de dimensions appréciables et ne gênant pas l'application des premières mesures de sécurité (lutte contre l'incendie).

Division 5: matières très peu sensibles mais comportant un danger d'explosion en masse et dont la probabilité d'amorçage et de passage de la combustion à la détonation est très faible sauf si elles sont confinées en grande quantité.

Art. 4: Les substances explosives sont également réparties en douze (12) groupes de comptabilité suivant les types particuliers de dangers supplémentaires qu'elles peuvent présenter lorsqu'elles sont mises en présence entre elles:

Groupe A: explosif primaire ou d'amorçage;

Groupe B: objet contenant de l'explosif primaire;

Groupe C: explosif secondaire déflagrant (à l'exclusion de la poudre noire) ou matière explosibles sible, propulsive ou objet contenant une telle matière;

Groupe D: explosif secondaire détonant ou objet contenant un tel explosif sans moyen propre d'amorçage et sans charge propulsive, ou poudre noire non en vrac, en emballage fermé admis pour le transport;

Groupe E: objet contenant un explosif secondaire, détonant sans moyen propre d'amorçage, avec charge propulsive, à l'exception de celles contenant un liquide inflammable (classé en

J) ou un liquide hypergolique (classé en L);

Groupe F: objet contenant un explosif secondaire détonant avec moyen propre d'amorçage et avec ou sans charges propulsives, a l'exception de celles qui contiennent un liquide inflammable (classé en J) ou un liquide hypergolique (classé en L);

Groupe G: composition pyrotechnique ou objet contenant une telle composition ou objet contenant, avec une autre matière explosible, une composition éclairante, incendiaire, lacrymogène ou fumigène, a l'exception de tout objet hydro actif (classé en L) ou contenant du phosphore blanc (classé en H) ou contenant un liquide ou un gel inflammable (classé en J);

Groupe H: objet contenant à la fois une matière explosible et du phosphore banc;

Groupe J: objet contenant à la fois une matière explosible et un liquide ou un gel inflammable;

Groupe K: objet contenant à la fois une matière explosible et un agent chimique toxique;

Groupe L: matière ou objet devant être de toute autre matière ou objet de type différent, c'est-à-dire qui n'aurait pas les mêmes propriétés ou les mêmes composants. Poudre noire en vrac ou en emballage non admis au transport;

Groupe S: matière ou objet emballé ou conçu de façon que tous les effets dus à un fonctionnement accidentel ne présentent qu'un danger mineur et restent intérieurs à l'emballage ou n'affectent que son voisinage immédiat.

III.2. Règlementation européenne: [7]

- Les atmosphères explosives sont soumises à une réglementation remontant à la fin du XXème siècle:

✓ Pour les employeurs : la directive 1999/92/CE (transposée en droit français par les décrets 2002-1553 et 2002-1554, et par les arrêtés des 8 et 28 juillet 2003) concerne la

protection des travailleurs susceptibles d'être exposés aux risques des atmosphères explosives.

- ✓ Pour les travailleurs: la directive 94/9/CE, transposée en droit français par le décret 96-1010, relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles. Ce décret définit des catégories et des exigences essentielles.

La directive 1999/92/CE:

La directive 1999/92/CE à été transposée en droit français par les textes suivants:

- Article R. 4216-31 du Code du travail relatif à la prévention des explosions,
- Articles R. 4227-42 à R. 4227-54 du Code du travail relatifs à la prévention des explosions,
- Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la signalisation de sécurité et de santé au travail,
- Arrêté du 8 juillet 2003 relatif à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés à une atmosphère explosive,
- Arrêté du 28 juillet 2003 relatif aux conditions d'installation des matériels électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter.

Les dispositions du Code du travail imposent plusieurs obligations pour les employeurs vis-a vis du risque d'atmosphères explosives:

- L'application des principes généraux de la prévention du risque,
- L'évaluation des risques dont le risque d'explosion,
- Le classement des lieux de travail (zonage),
- La rédaction du document relatif à la protection contre les explosions (DRPCE).

Elles précisent, notamment:

- La définition des zones ATEX,
- Les conditions d'installation des matériels électriques et non électriques dans les emplacements où des atmosphères explosives peuvent se présenter,
- La mise en place de mesures organisationnelles (formation suffisante et appropriée, exécution des travaux sur instructions écrites, formalisation d'un système d'autorisation en vue de l'exécution de travaux dangereux, en cas d'interférence),
- La signalisation des emplacements où est susceptible de se former une atmosphère explosive,
- La rédaction et la mise à jour du DRPCE.

A noter que certaines activités ne sont pas concernées par ces dispositions du code du travail:

• Les zones servant directement au traitement médical des patients,

• L'utilisation des appareils à gaz et les industries extractives,

• L'utilisation de moyens de transport par terre, mer et air,

• La fabrication, le maniement, l'utilisation, le stockage et le transport des explosifs ainsi que les substances chimiquement instables.

- **La directive 94/9/CE**:

La directive 94/9/CE a été transposée en droit français, principalement par le décret n° 96-1010 du 19 novembre 1996 modifié, relatif aux appareils et aux systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosive.

Équipements destinés à être utilisés dans les atmosphères explosives	
Groupe I	Appareils destinés aux travaux souterrains des mines et aux parties de leurs installations susceptibles d'être mis danger par le grisou et/ou des poussières combustibles
Groupe II	Appareils destinés à être utilisés dans d'autres lieux que des mines (industries de surface), susceptibles d'être mis en danger par des atmosphères explosives

Tableau1: Les groupes d'équipements destinés à être utilisés dans Atex

Il s'applique à tous les appareils, systèmes de protection, et dispositifs électriques mais aussi thermiques, pneumatiques et hydrauliques. Il définit des groupes et des catégories de matériels ainsi que les exigences essentielles associées auxquelles ces matériels doivent répondre. De plus, il précise les procédures d'évaluation de leur conformité.

Au sein de chaque groupe sont définies plusieurs catégories de matériel en fonction de leur utilisation:

Les trois catégories des matériels destinés à être utilisés dans des industries de surface (groupe II)	
Catégorie 1	Appareils conçus pour assurer un très haut niveau de protection et destinés à un environnement dans lequel des atmosphères explosives sont présentes constamment, ou pour une longue période ou fréquemment (pour les zones 0 ou 20)

Catégorie 2	Appareils conçus pour assurer un haut niveau de protection dans un environnement où des atmosphères explosives manifesteront probablement (pour la zone 1 ou 21)
Catégorie 3	Appareils conçus pour assurer un niveau normal de protection avec une faible probabilité d'atmosphère explosive et pour une courtepériode (pour les zones 2 ou 22)

Tableau2: Des catégories des matériels destinés à être utilisés dans Atex

Les appareils et systèmes de protection susceptibles d'être utilisés dans des atmosphères explosives doivent faire l'objet d'un marquage spécifique. Ils doivent subir une procédure d'évaluation de conformité.

- **La directive 2014/34/CE:**

La directive 2014/34/UE du 26 février 2014, relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles, procède à la refonte de la directive 94/9/CE. Elle est entrée en vigueur en avril 2014 mais certaines de ses dispositions ne seront applicables qu'à compter du 20 avril 2016.

-Les principaux points nouveaux apportés par cette directive sont :

- Des définitions claires des différents opérateurs économiques (fabricant, mandataire, importateur et distributeur) intervenant dans la mise à disposition des produits et des obligations associées,
- Des détails concernant la procédure d'examen UE de type et la déclaration UE de conformité,
- Une meilleure définition et mise en œuvre de la notification des organismes d'évaluation de la conformité impliquée.

-Ce qui ne change pas:

1. Le marquage CE (il s'agit de la Conformité Européenne).
2. Les champs d'application et les exigences essentielles de santé et de sécurité.
3. Les procédures d'évaluation de la conformité.
4. La classification des groupes et catégories d'appareils et le marquage « ATEX».

- Transposition en droit Français:

Les textes de transposition en droit français ont été publiés:

- ✓ Décret n°2015-799 du 1er juillet 2015 relatif aux produits et équipements à risques;

- ✓ Arrêté du 1er juillet 2015 relatif aux organismes habilités à réaliser les évaluations de la conformité et les opérations de suivi en service des produits et équipements à risques.

III.3. Autres directives européennes concernées:

Directives	Domains
2014/28/UE	Explosive à usage civil
2014/34/UE	Appareils et système de protection à fonction autonomes destines à être utilisés en atmosphère explosibles

Tableau3: Des autres directives européennes concernées

IV. Les normes de base: [13]

De nombreuses normes européennes ont été publiées sur le domaine ATEX. Parmi celles-ci, on peut retenir en particulier les normes suivantes:

- **NF EN 1127-1,** Atmosphères explosives. Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion. Partie 1 : Notions fondamentales et méthodologie:

La présente Norme Européenne spécifie les méthodes qui permettent d'identifier et d'évaluer les situations dangereuses conduisant à l'explosion, ainsi que les mesures de conception et de construction appropriées pour la sécurité requise.

- **Séries des NF EN 60079**, Atmosphères explosives. Parties 0 à 31 :

La présente partie de la CEI 60079 spécifie les exigences générales de construction, d'essais et de marquage du matériel électrique et des composants Ex destinés à être utilisés dans des atmosphères explosives gazeuses.

1) **NF EN 60079-10-1** : classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses,

La présente partie, concerne le classement des emplacements dans lesquels des dangers dus à des gaz ou vapeurs inflammables peuvent apparaître, et ainsi constitue une base pour le choix et l'installation corrects du matériel utilisé dans de tels emplacements.

2) **NF EN 60079-10-2**: classement des emplacements – Atmosphères explosives poussiéreuses.
3) La présente partie traite de l'identification et du classement des emplacements où des atmosphères explosives poussiéreuses et des couches de poussières combustibles sont

présentes, afin de permettre une évaluation appropriée des sources d'inflammation à utiliser dans de tels emplacements.

Dans la présente norme, les atmosphères explosives poussiéreuses et les couches de poussières combustibles sont traitées séparément.

- **NF EN 13237 Décembre 2012:**

Cette norme spécifie les termes et définitions à employer dans les normes spécifiques concernant les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles. Elle est harmonisée au titre de la directive ATEX 94/9/CE.

- **NF EN 13463-1 à 8 (7 juin 2016):**

La présente Norme européenne définit la méthode et les prescriptions de base pour la conception, la construction, les essais et le marquage des appareils non électriques destinés à être utilisés en atmosphères explosibles sous forme de gaz, vapeurs, brouillards et poussières. Ces atmosphères peuvent également exister à l'intérieur de l'appareil.

- **NF EN 1839 (Mars 2017):**

La présente Norme européenne spécifie deux méthodes d'essai (la méthode T et la méthode B) pour déterminer les limites d'explosivité de gaz, de vapeurs et de mélanges de gaz et de vapeurs mélangés à l'air, ou d'un mélange d'air et de gaz inerte (fraction volumique de l'oxygène inférieur 21 pour cent) et définir la concentration limite en oxygène. La présente Norme européenne s'applique aux gaz, aux vapeurs et à leurs mélanges à la pression

Chapitre III : Atmosphère explosive

V. Atmosphère explosives :

Atmosphère Explosive définie comme un mélange de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou poussières…

Elle est à distinguer de l'atmosphère explosible, qui est une atmosphère susceptible de devenir explosive par suite des conditions locales et opérationnelles.

V.1. Ou trouver l'Atex :

Toutes les entreprises utilisant des substances inflammables présentent un risque d'apparition d'atmosphères explosives. Par conséquent, elles sont concernées par la réglementation ATEX.

Voici quelques exemples de professions exposées :

- Transports de matières explosives ou combustibles;
- Tout Stockage de matières combustibles;
- Manipulation de matières combustibles;
- Nettoyage de cuves, silos, containers ayant contenus des matières explosives ou combustibles ;
- Silos à pulvérulents (agriculture, agro-alimentaire, cimenteries…);
- Chimie, pétrochimie, préparations (peintures, solvants, toute préparation…);
- Plasturgie;
- Energie (centrales thermiques, stockage et distribution de gaz);
- Secteur du bois (scieries, menuiseries);
- Alcool (distillerie);
- Métallurgie (hauts-fourneaux, cokerie);
- Mines et carriers;
- Industries mettant en œuvre ou utilisant du gaz naturel;
- Stations-services, garages automobiles;
- Arts et spectacles (Pyrotechnie, cinéma, théâtre) ;
- Incinérateurs de déchets ;
- Industrie pharmaceutique;
- L'industrie nucléaire.

Sont également exposées les professions qui manipulent, stockent, transportent de Nombreuses substances qui sont susceptibles, dans certaines conditions, de provoquer l'apparition d'une atmosphère explosive. Ce sont les gaz, des vapeurs, des brouillards et des Poussières inflammables (telles que la farine, le sucre, le lait, le charbon, le soufre, l'amidon, Les céréales, le bois, les matières plastiques les métaux...). **[7]**

V. 2. Classification des zones :

Les définitions des différents types de zones sont données selon la directive 1999/92/CE dite ATEX. Il est à noter que les normes traitant le sujet ainsi que d'autres réglementations spécifiques (industries pétrolières) ou d'autres organismes (Union des Industries Chimiques) utilisent des définitions légèrement différentes mais similaires dans l'esprit.

V. 2.1. Gaz, vapeurs, brouillards :

ZONE 0

Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur ou de brouillard est présente en permanence pendant de longues périodes ou fréquemment.

ZONE 1

Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

ZONE 2

Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.

Exemple: d'un zonage Atex dans une station gasoil

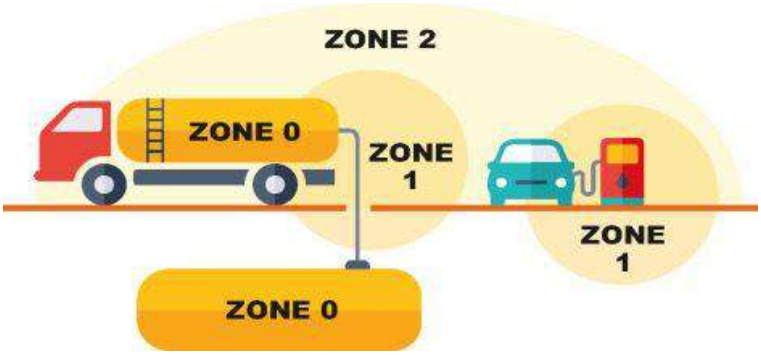


Figure13 : Zonage Atex dans une station gasoil

V. 2.2. <u>Poussières :</u>

<u>ZONE 20 :</u>

Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières est présente en permanence pendant de longues périodes ou fréquemment.

<u>ZONE 21:</u>

Emplacement où une atmosphère sous forme de nuage de poussières est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

<u>ZONE 22:</u>

Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.

Ce zonage est réalisé pour :

- Tous les gaz
- les liquides inflammables ayant un point éclair inférieur à 55°C ou dont l'utilisation dans L'établissement présente l'une des caractéristiques suivantes :
  - ils sont chauffés au-dessus de leur point éclair,
  - ils sont présents sous forme de brouillard (vaporisés),
  - ils sont mélangés à des liquides très inflammables

- Les poussières inflammables de granulométrie inférieure ou de l'ordre de 50 µm (la Granulométrie étant propre à chaque poussière) étant :
  - Soit en suspension,

- Soit en concentration de l'ordre de 50 g/m3 dans le domaine explosible (la concentration étant propre à chaque poussière),
- Soit dans une atmosphère contenant un comburant. **[14]**

V. 3. Détermination initiale des zones atex :

Les emplacements dangereux sont classés en zones à risque, en fonction de la fréquence et

De la durée de la présence d'une atmosphère explosive

V. 3.1. Pour les gaz et vapeurs:

En général, une zone 0 sera présente à l'intérieur des réservoirs, des canalisations, des récipients…

Une zone 1 pourra inclure, entre autres :

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

Une zone 2 pourra inclure, entre autres, les emplacements entourant les zones 0 et 1, les brides, les connexions, les vannes et raccords de tuyauterie ainsi que la proximité immédiate des tubes de niveau en verre, des appareils en matériaux fragiles…

V. 3.2. Pour les poussières:

En général, une zone 20 sera présente à l'intérieur des silos, des canalisations…

Une zone 21 pourra 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 poudre et des emplacements dans lesquels les couches de poussières apparaissent et sont susceptibles, en fonctionnement normal, de conduire à la formation d'une concentration de poussières combustibles en mélange avec l'air appartenant au domaine d'explosivité.

Une zone 22 pourra 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 par suite de fuites et former des dépôts de poussières (par exemple, les ateliers de broyage dans lesquels la poussière peut s'échapper des broyeurs et ensuite se déposer sur les éléments de charpente).

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

La mise en place de mesures de prévention techniques et organisationnelles, sous réserve de leur pérennité, va permettre de retenir un zonage final éventuellement moins contraignant. **[14]**

VI. le risque d'explosion :

Une explosion est l'évolution rapide d'un system avec une libération d'énergie et production d'effet mécanique et éventuellement thermique (gravesdégât humain et matériel ; formation important des gaz et de chaleur).

La plus part des gaz, du vapeur et des poussières combustibles sont susceptibles d'exploser.

Cependant l'explosion ne peut avoir lieu que sous certaines conditions, après formation d'une atmosphère explosible, résultant d'un mélange avec l'air de substances inflammables ders des proportions telles qu'une source d'inflammation d'énergie suffisante produise son explosion**. [15]**

VI .1. La formation d'une explosion :

Six conditions à réunir simultanément pour qu'une explosion ait lieu :

- Présence d'un comburant (en général l'oxygène de l'air).
- Présence d'un combustible.
- Présence d'une source d'inflammation.
- État particulier du combustible, qui doit être sous forme gazeuse, de brouillard ou de poussières en suspension.
- Domaine d'explosivité (domaine de concentration

du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles).

- Confinement suffisant (en absence de confinement, on obtient un phénomène de combustion rapide avec flamme importante mais, généralement, sans effet de pression notable).

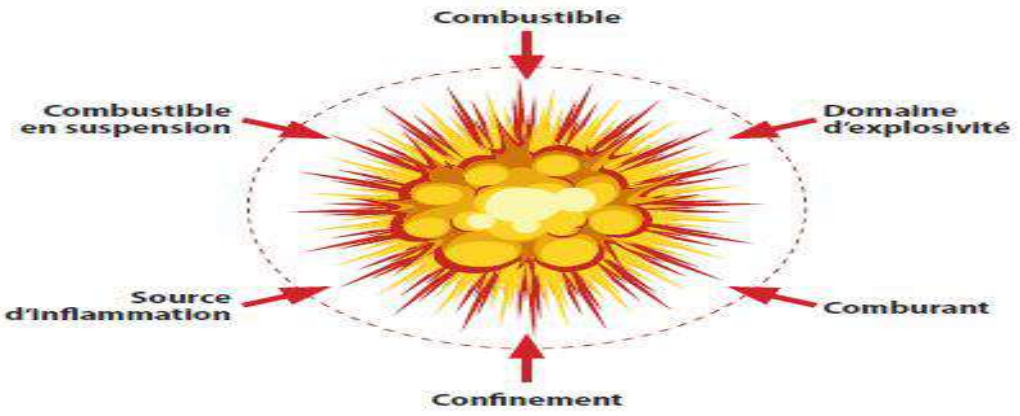


Figure14: Schéma présentant les éléments d'explosion Atex

VI .1.1. L'explosion des gazes et vapeurs:

L'état gazeux se caractérise par une liaison entre les molécules du gaz quasiment nulle, un gaz occupant ainsi tout le volume du récipient qui le contient.

L'évaporation est le passage de l'état liquide à l'état gazeux qui s'effectue à la surface du liquide sans ébullition.

Une substance inflammable est une substance sous forme de gaz, de vapeur, de liquide, de solide ou de leurs mélanges, capable de subir une réaction exothermique avec l'air après inflammation.

La plupart des gaz ou vapeurs inflammables en mélange avec l'air sont susceptibles d'exploser en s'enflammant dans certaines conditions

LIE	Domaine d'explosivité	LSE

Pour l'obtention d'un domaine d'explosivité Les éléments suivants doivent exister

- Gaz inflammable : Concentration de la substance inflammable dans le mélange (Limite Supérieur d'explosivité), (Limite Inférieure d'explosivité).
- Vapeurs d'un liquide inflammable : Température du liquide (Point éclair du liquide).

VI .1.1.1. Les caractéristiques des gazes les plus reconnue:

Substances	Formule chimique	Point d'éclair en °C	Température d'auto-inflammation en °C	LIE	LSE	Densité de vapeur/ air	Densité de liquide / eau
Butane	CH3 [CH2]2CH3	Gaz	287	1.8	8.4	2	0.6
Essence aviation	-	-46	440	1.2	7.1	-	-
Méthane	CH4	Gaz	335	5	15	-162	0.6
Propane	CH3CH2CH3	Gaz	450	2.2	10	1.6	-
Hydrogène	H2	Gaz	500	4	75	0.1	-
Oxyde de carbone	CO	Gaz	605	12.5	74	-190	1
Ammoniac	NH3	Gaz	650 (*)	15	28	0.6	0.7 à -33C°
Acétone	CH3COCH3	-20	465	2.6	13	2	0.8
Benzène	C6H6	-11	498	1.3	7.9	2.8	0.9
Ethanol	CH3CH2OH	12	363	3.3	19	78	1.6

Tableau4: les caractéristiques des gazes

On distingue deux régimes d'explosion des mélanges gazeux:

-**<u>la déflagration</u>:** est une combustion rapide accompagnée d'un bruit plus ou moins fort dont la vitesse de propagation est inférieure à la vitesse du son

-**<u>la détonation</u> :** Une détonation est une oxydation violente telle qu'une onde de combustion explosive (simple déflagration) mais plus violente car transmise mécaniquement par onde de choc.

Les combustions, explosives ou non, se transmettent par la chaleur

VI .1.2. <u>L'explosion des poussiers :</u>

Une explosion de Poussières est une combustion très rapide de fines particules oxydables en suspension dans un mélange comburant (l'oxygène de l'air en général).

On désigne essentiellement par poussière combustible toute matière fine ayant la capacité de prendre feu et de provoquer une explosion au contact de l'air.

Des nombreux matériaux peuvent devenir combustibles et explosifs dans certaines situations spécifiques. Comme :

- Les Produits agricoles tels que blancs d'œufs, lait en poudre, fécule de maïs, sucre, farine, céréales, pommes de terre, riz, etc.
- Des minéraux comme l'aluminium, le bronze, le magnésium, le zinc, etc.
- Poussières chimiques telles que poussières de charbon, poussières de soufre, etc.
- Médicaments ; Pesticide, Caoutchouc ; Bois, Les textiles, Plastique**. [15]**

Poussières	Température minimale d'inflammation		Énergie minimale d'inflammation (nuages) (mJ	Concentration minimale d'explosion (nuages) (g/m3	Pressions maximales d'explosion (bar)	Vitesses maximales de montée en pression (bar.s-1)
	couche	nuage (°C)				
Farine/froment	440	440	60	50	7	200
Sucre	400	370	30	45	8	350
Lait en poudre	200	490	50	50	70	300
Soja (farine)	340	550	100	60	7	55
Amidon	380	400	25	25	8	500
Aluminium pulvérisé	490 à 700	550 à 800	15 à 160	40 à 140	4 à 6.5	500 à 1400
Charbon de bois	180	530	20	40	6	90
Soufre	220	190	15	35	5.5	530
Asphalte	550	510	40	35	6	350

Tableau5: Les caractéristiques des poussières

VI .2. Les différents types d'explosion:

VI .2.1. Le BELEVE:

Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (Explosion de vapeurs en cours d'expansion, émises par un liquide en ébullition).Ce type d'explosion concerne :

- Les gaz inflammables liquéfient sous pression
- Les gaz d'un liquide ou mélange liquide porté à ébullition dans une enceinte close qui suite à une décompression rapide sont le siège d'une ébullition explosive.

VI .2.1.1. La formation du beleve :

1. surchauffe d'un liquide ou gaz liquéfié dans un réservoir clos
2.élévation importante de la pression
3. création d'une brèche (endroit fragilisé ou dépassement de résistance Mécanique)
4. Perte de conditionnement soudaine : la pression interne redescend et provoque l'ébullition
5. dégagement à l'intérieur de très grandes quantités de vapeurs
6. Le contenant étant inadapté, il explose.

VI .2.2. L'UVCE:

Unconfined Vapor Cloud Explosion; explosion de nuage gazeux en milieu non confiné (ou semi-confiné)

1. nuage de gaz de vapeur inflammable provoquée par une fuite
2. allumage de ce nuage sur un point chaud
3. explosion plus ou moins rapide en fonction de la concentration en gaz
4.éventuellement propagation géographique de l'incendie.

VI .2.3. Le BOILOVER :

Le Boil-Over ou Boilover est un phénomène explosif lié aux incendies d'hydrocarbures. En présence d'un réservoir d'hydrocarbures en flamme, l'eau utilisée pour lutter contre l'incendie peut s'accumuler sous celui-ci du fait de la différence de densité des deux liquides. La chaleur de l'incendie est communiquée à l'eau qui peut se vaporiser brusquement en projetant des gouttelettes d'hydrocarbure enflammées dans l'air sous la forme d'une boule de feu. [**16]**

VI .3. Evaluation du risque atex:

L'évaluation du risque d'explosion peut être divisée en différentes étapes. Les responsables des entreprise ou chantiers ont la possibilité de recourir à des bureaux d'études spécialisés dans ces évaluations des risques.

VI .3.1. Identification des produits:

Cette première étape consiste à faire l'inventaire des produits combustibles, en tenant compte de :

- Leur nature et état de division : solide, fluide, gaz, brouillard, poudre ;
- Leurs caractéristiques physico-chimiques (se reporter au tableau ci-dessous et à la base de données CARATEX de l'INRS)

Caractéristiques des produits combustibles à prendre en considération lors de l'inventaire	
Produits liquides et gazeux	**Produits solides finement divisés**
Densité	Densité
Incompatibilités chimiques avec d'autres produits	Incompatibilités chimiques avec d'autres produits
Domaine d'explosivité (LIE-LSE)	Concentration minimale d'explosion
Point d'éclair	Granulométrie
Température minimale d'inflammation ou d'auto-inflammation (TAI)	Température minimale d'inflammation ou d'auto-inflammation (TAI) en couche et en nuage
Énergie minimale d'inflammation (EMI)	Énergie minimale d'inflammation (EMI)
Violence d'explosion (Pression maximale P_{max} et coefficient lié à la vitesse de montée en pression K_g)	Violence d'explosion (Pression maximale P_{max} et coefficient lié à la vitesse de montée en pression K_{st})

Tableau6: Les caractéristiques des produits combustibles

Suite à cet inventaire, il faut recenser :

- les quantités utilisées : processus, stockage, manutention, transfert…
- les conditions de stockage : lieux, environnement immédiat, température…

VI .3.2. Analyser les procédés de mise en œuvre :

Le fonctionnement normal des installations doit être décrit en recueillant l'ensemble des données le concernant.

À partir de cette description, il importe de tenir compte des produits utilisés, des conditions de température, de pression, des réactions exothermiques, des produits de décomposition, des conditions de refroidissement, des systèmes de ventilation…

Chaque installation (silo, broyeur, circuit de dépoussiérage, circuit de transfert, mélangeur, système de dépotage…) doit faire l'objet d'une étude qui tiendra compte des différentes conditions de fonctionnement (enceintes confinées…).

VI .3.3. Étudier les dysfonctionnements potentiels :

Les types de dysfonctionnements raisonnablement envisageables doivent être pris en compte, comme par exemple : l'arrêt du système de ventilation ou de refroidissement, des fuites de produits, des pannes prévisibles, des arrêts accidentels d'alimentation en produits… Le retour d'expérience de l'entreprise ou de la branche d'activité peut permettre de mettre en lumière des dysfonctionnements tels que :

- Des consignes non applicables (surtout en cas d'anomalie) ou non réellement appliquées,
- Des incidents lors de l'exploitation ou lors des phases d'arrêt ou de redémarrage,
- Un processus théorique de production ne pouvant être respecté vu les sollicitations et les contraintes (déplacements, taches tâches annexes plus longues que la tâche principale…).

VI .3.4. Classer les emplacements dangereux (zonage) :

Les emplacements dangereux sont classés en zones à risque en fonction de la nature du produit combustible, de la fréquence et la durée de présence de l'atmosphère explosive considérée.

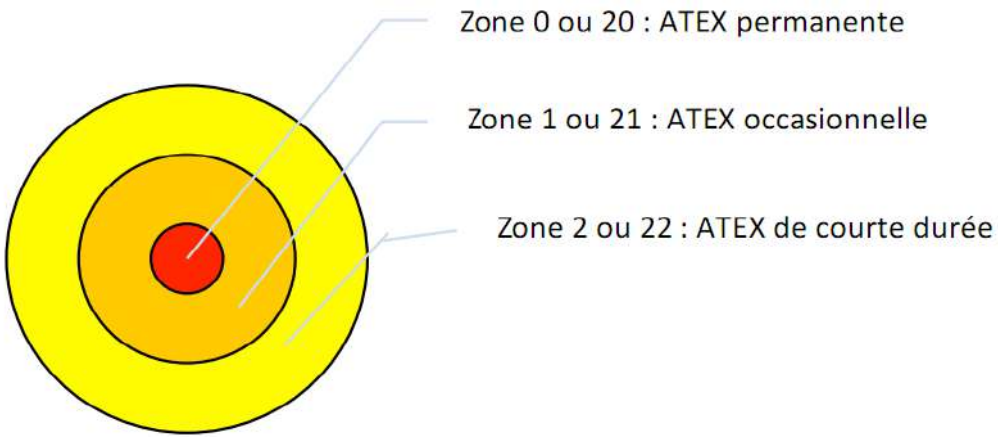


Figure15: Schéma pressentant les classements des emplacements dangereux (zonage)

VI .3.5. Identifier les sources d'inflammation:

Les sources d'inflammation sont multiples. Elles sont toutes recensées dans la norme française NF EN 1127-1(atmosphères explosive - prévention et protection contre l'explosion):

VI .3.5.1. Les surfaces chaudes :

Les surfaces chaudes peuvent provenir des matériels électriques (moteurs, coffrets d'alimentation, câbles.), des conduites de chauffage, des paliers de machines, des frottements de pièces. Toutes les parties mobiles, si elles ne sont pas suffisamment lubrifiées, peuvent conduire à des échauffements de surfaces. Les moteurs des pompes de transfert et des compresseurs ainsi que les corps de pompes entrent dans cette catégorie, La foudre, les ondes électromagnétiques et les courants électriques peuvent créer des surfaces chaudes en traversant des conducteurs. Concernant les poussières, un dépôt s'enflammera à une température de surface d'autant plus faible que la couche sera épaisse.

VI .3.5.2. Les flammes et gaz chauds:

Les flammes, même de faibles dimensions, sont parmi les sources d'inflammation les plus actives. Elles sont associées généralement aux réactions de combustion à des températures supérieures à 1000°C. Les gaz chauds obtenus ainsi que les parties solides incandescentes et les suies peuvent enflammer une atmosphère explosible. Les perles de soudure qui se produisent lors des opérations de soudage ou de découpage sont des étincelles de surfaces et sont parmi les sources d'inflammation les plus actives.

VI .3.5.3. Les étincelles d'origine mécanique:

Les étincelles mécaniques sont issues des phénomènes de friction, de choc et d'abrasion. Les opérations de broyage sont principalement en cause. L'entrée de matériaux étrangers (pierres, morceaux métalliques) dans des appareils peut créer des étincelles. Ces étincelles peuvent enflammer les gaz et certains mélanges poussières/air (spécialement pour les poussières métalliques).

VI .3.5.4. Le matériel électrique:

Les étincelles électriques sont produites :

- lorsque des circuits électriques sont ouverts ou fermés,
- Du fait de connexions desserrées,
- Par suite de courants vagabonds.

La très basse tension est conçue pour la protection des personnes contre les chocs électriques mais elle n'est pas une mesure de protection contre l'explosion. En effet des tensions inférieures à 50V peuvent encore produire des énergies suffisantes pour enflammer une ATEX. Les matériels électriques doivent être compatibles avec la zone à risque d'explosion dans laquelle ils sont placés.

VI .3.5.5. Les courants électriques vagabonds:

Les courants vagabonds peuvent s'écouler dans des systèmes conducteurs. Ils ont différentes origines: un court-circuit ou une mise à la terre accidentelle par suite de défauts dans les installations électriques, par suite d'une induction magnétique, par exemple à proximité des installations électriques où existent des courants et des radiofréquences élevées, les courants de retour des installations de génération de puissance, par exemple à proximité d'installations de soudure importantes, par suite de la foudre. Les courants vagabonds peuvent créer des étincelles, des arcs électriques ou créer des échauffements dans les parties d'un système conducteur qu'ils traversent.

VI .3.5.6. L'électricité statique:

Les décharges d'électricité statique sont capables de conduire à l'inflammation d'une ATEX. La décharge de parties conductrices isolées et chargées peut facilement donner des

étincelles capables de donner l'inflammation. Les décharges sont aussi possibles avec des parties chargées de matériaux non conducteurs (plastiques, joints isolants, caoutchoucs..). De même les dépôts de produits granulaires peuvent se charger.

Il existe quatre types de décharges :

- la décharge « en aigrette » : d'une surface isolante vers un conducteur (exemple : coffret isolant de matériel électrique).
- la décharge « cône »: lors du remplissage des silos. la décharge « étincelle » : entre deux conducteurs dont un est isolé.
- la décharge glissante de surface qui se produit à la surface de matière isolante mince recouvrant des supports conducteurs mises à la terre (exemple : tuyauterie conductrice avec intérieur recouvert de peinture isolante).

VI .3.5.7. La foudre :

Lorsque la foudre éclate dans une atmosphère explosible, l'inflammation est inévitable. En outre les conducteurs de foudre peuvent atteindre des températures très élevées. Des courants vagabonds s'écoulent depuis le point de foudroiement. Les orages peuvent également induire de fortes tensions au sein des appareils et des équipements de protection.

VI .3.5.8. Les ondes électromagnétiques radiofréquences de10^4 Hz à 3.10^{12} Hz :

Ces ondes sont émises par les systèmes radiofréquences (par exemple ; les téléphones portables, les émetteurs radio..), Tous les conducteurs situés dans le champ électromagnétique se comportent comme des antennes. Le risque d'inflammation provient de la puissance du champ électromagnétique couplé aux dimensions du conducteur (assimilable à une antenne).

VI .3.5.9. Autres sources d'inflammation :

- **Les ondes électromagnétiques de 3.10^{11} Hz à 3.10^{12} Hz:**

Ce type d'ondes est initié par notamment le rayonnement solaire. Une fois concentré, ce rayonnement peut amorcer une inflammation. Tout appareil qui peut engendrer des rayonnements (lampes, arcs électriques, lasers.) peut constituer une source d'inflammation.

- **Le rayonnement ionisant:**

Une source radioactive peut échauffer un milieu du fait de l'absorption interne de l'énergie du rayonnement.

- **Les ultrasons :**

La grande quantité d'énergie produite par un émetteur électroacoustique peut échauffer une substance jusqu'à ce que l'inflammation se produise.

- **La compression adiabatique et les ondes de chocs :**

Elles sont produites par exemples lors de la décharge brutale de gaz dans des canalisations.

- **Les réactions exothermiques :**

Beaucoup de réactions chimiques sont exothermiques. L'auto-inflammation des poussières en fait partie. Elles peuvent atteindre des températures élevées lorsque la quantité de chaleur produite est supérieure aux échanges thermiques avec l'extérieur. **[17]**

VI.4. Les effets d'Atex et d'explosion:

L'effet de souffle d'une explosion (explosion primaire) peut conduire à la remise en suspension des poussières déposées et accumulées provoquant des explosions secondaires souvent beaucoup plus dévastatrices

Les effets d'une explosion de poussières vont essentiellement résulter de la surpression et des flammes produites. Ils vont engendrer des effets sur l'homme et sur les structures

Pour les salariés exposés, il y aura les effets directs de l'onde de choc (des surpressions peuvent entraîner une rupture du tympan, des lésions graves aux poumons, voire décès) et les effets indirects de l'onde de choc (une surpression peut être suffisante pour provoquer des effets mortels sur l'homme en le projetant à terre ou contre un obstacle ; par ailleurs, l'impact des débris projetés lors de l'éclatement des équipements peut également être mortel)

Les effets d'une explosion peuvent être :

VI.4.1. Thermiques:

L'exposition au flux thermique engendré par la combustion d'une ATEX provoque des brulures et peut donner lieu à l'inflammation de matériaux combustibles situés dans l'environnement proche,

VI.4.2. Mécanique:

Si l'explosion se produit dans un milieu confiné, la pression d'explosion peut provoquer la rupture mécanique de l'enceinte dans laquelle se produit l'explosion. Ces effets mécaniques peuvent être accompagnés de projections. L'onde de surpression résultant de la propagation rapide de la combustion peut causer des lésions aux poumons et aux tympans et déstabiliser des équipements ou la structure d'un bâtiment.

Surpression	Effets sur l'homme
200 mbar	Sans danger.
300 mbar	Rupture de tympan.
500 mbar	Limite du supportable (avec protection des oreilles).
1000 mbar	Effet létal.

Tableau7: Les effets de suppressions brutales sur l'homme

Le tableau suivant relate les effets de surpressions brutales sur l'homme telles qu'indiquées dans la littérature.

Suppression	**Effets sur les structures**
40 à 70 mbar	Bris de vitres
70 à 150 mbar	Lézardes et flexions des parois de plâtre Cassure de plaque de fibrociment Dislocation, gondolage des cloisons et des toits en tôles ondulées
150 à 250 mbar	Lézardes, cassures des murs en béton ou en parpaings, non armé de 20 à 30cm d'épaisseur
200 à 500 mbar	Rupture de réservoir aérien
500 à 600 mbar	Bombement ou rupture de murs de briques, non armé de 20 à 30 cm d'épaisseur
700 à 1000 mbar	Renversement de wagon chargé Destruction de mur en béton armé Soufflage de mur de briques

Tableau8: les dégâts observés dans les constructions

L'arrêté du 29 septembre 2005 définit des valeurs de référence pour l'évaluation de la gravité des conséquences d'accidents potentiels relatifs aux installations classées. Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression figurent au tableau suivant :

Surpression	Effets sur les structures	Effets sur l'homme
20 mbar	Destructions de vitres (10% des vitres).	Effets indirects par bris de vitre sur l'homme.
50 mbar	Dégâts légers (75% de vitres + cadres).	Effets irréversibles. « zone de dangers significatifs pour la vie humaine »
140 mbar	Dégâts graves (effondrement partiel des murs).	Effets létaux « zone de dangers graves pour la vie humaine »

200 mbar	Effets dominos (destruction des murs en parpaing).	Effets létaux significatifs « zone de dangers très graves pour la vie humaine »
300 mbar	Dégâts très graves (rupture des structures métalliques)	-

Tableau 9: Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression

Les pertes économiques liées à une explosion dans les locaux de travail peuvent être conséquentes. En effet, une explosion peut mener à une perte d'exploitation, qui, dans le pire des cas, pourrait mener à la fermeture de l'entreprise. La perte de clients, d'équipements, la hausse des cotisations AT/MP induite, la dégradation de l'image de la société, etc., sont tout autant de facteurs à prendre en considération.

Sans oublier les produits chimiques potentiellement dégagés ou déversés en cas d'explosion peuvent causer d'importants dégâts à la faune et à la flore environnâtes. [**18]**

Après avoir regardé et compris le phénomène de l'ATEX et d'explosions et leur formation et connaissant leurs différents effets, nous devons passer à connaître les étapes pour prévention et protection.

Chapitre IV: Les mesures de prévention et de protection contre l'ATEX

VII. Moyens de prévention et de protection:

VII. 1. La prévention:

La prévention des risques d'explosion nécessite d'agir le plus en amont possible, notamment au moment de la conception et de l'implantation des locaux ou de la mise en place d'un procédé de production. L'employeur doit tenir compte en premier lieu de la réglementation du code du travail et éventuellement d'autres réglementations en fonction du type d'établissement.

Recherche de mesures de prévention et de protection s'attache, en priorité, à empêcher la formation d'une atmosphère explosive, puis à éviter son inflammation et enfin à limiter les effets d'une explosion, afin de protéger la santé et la sécurité des salariés.

VII. 1.1. Evité la présence de combustible :

VII. 1.1.1. Remplacer les produits combustibles:

La formation d'atmosphères explosives peut être supprimée ou diminuée en évitant ou en réduisant l'usage de substances inflammables. En effet, cela passe par des mesures simples telles que la substitution de produits inflammables par des matières ininflammables ou incombustible

VII. 1.1.2. Modifier la granulométrie :

En ce qui concerne les poussières et les solides, la modification de la granulométrie peut limiter la formation d'atmosphère explosive. En effet, en augmentant la taille des particules des produits utilisés permettent le passage d'un mélange potentiellement explosif en un mélange ininflammable. Il faut, donc, veiller à ne pas réduire la taille des particules au cour de traitements ultérieurs, notamment par abrasion .

VII. 1.1.3. Humidifier les produits :

Un autre moyen de limiter la formation d'atmosphère explosive est d'humidifier les poussières ou d'utiliser des produits pâteux, afin d'éviter la mise en suspension de poussières .

Remarque : lors de la mise en place de ce système de brumisation le risque d'encrassement est à prendre en compte.

VII. 1.1.4. Maintenir la concentration du combustible hors de son domaine d'explosivité:

Les gaz et les poussières mélangés avec l'air ne sont explosifs que lorsque le mélange formé est dans son domaine d'explosivité. Il est possible de se maintenir en dehors de ces limites dans certaines conditions avec notamment la mise en place d'un système de ventilation ou d'extraction. Si le respect de ces conditions est assuré, l'explosion est alors impossible .

VII. 1.1.5. Elimination des dépôts de poussières :

La formation de dépôts de poussières doit être évitée par un nettoyage régulier des lieux de travail. L'employeur peut mettre en place des programmes de nettoyage. Ces derniers établissent le type, l'étendue et la fréquence de ces opérations. Il est important de tenir compte des surfaces peu visibles ou difficilement accessibles, où des quantités de poussière considérables peuvent s'accumuler.

VII. 1.1.6. Mise en place de détecteurs:

Les concentrations autour des installations peuvent être contrôlées au moyen de détecteurs étalonnés. Ces derniers peuvent être couplés au système de ventilation afin de maintenir le mélange hors de son domaine d'explosivité. Avant leurs mises en place, il faut tenir compte des facteurs suivant

- une connaissance appropriée des substances, de l'emplacement et de l'intensité maximale de leur source, et des conditions dans lesquelles elles se propagent ,
- une capacité de fonctionnement de l'appareil adaptée à l'utilisation à laquelle il est destiné, son temps de réponse, son seuil de réponse et sa sensibilité aux interférences,
- la prise en compte de la défaillance du détecteur de gaz (fiabilité),
- nombre et localisation pertinente des détecteurs.

Remarque: Les détecteurs destinés à être utilisés dans des emplacements dangereux doivent être autorisés et marqués du point de vue de leur sûreté en tant qu'appareil électrique conformément à la directive européenne 94/9/CE.

VII. 1.1.7. Captage des vapeurs ou des poussières :

Pour les poussières et les vapeurs, il est plus difficile de prévenir la formation de mélanges explosifs. Mais, la mise en place d'un système de captage de poussières ou de vapeurs peut permettre d'éviter la retombée des particules et ainsi limiter la formation de dépôts .

Remarque: les poussières qui sont retenues dans les filtres forment des dépôts de poussières qui peuvent avoir un potentiel élevé d'explosion et d'inflammation .

VII. 1.1.8. Ventilation :

Toute ventilation doit respecter la réglementation relative aux ambiances de travail. L'arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail en donne les détails.

VII. 1.2. Evité la présence de comburant :

VII. 1.2.1.Mise à l'état inerte :

La formation d'une atmosphère explosive peut être évitée en diluant l'oxygène de l'air à l'intérieur des installations ou la substance inflammable avec des substances chimiques non réactives (matières inertes). Cette mesure est appelée la mise à l'état inerte.

Remarque: Généralement, la mise à l'état inerte par gaz est pratiquée uniquement dans les installations fermées. Les gaz inertes issus des ouvertures fonctionnelles ou des défauts d'étanchéité de l'installation peuvent mettre en danger les travailleurs du fait d'un appauvrissement d'oxygène. Le risque d'hypoxie (interruption de l'apport d'oxygène) sera donc à prendre en compte.

VII. 1.3. Prévention des sources d'inflammation :

VII. 1.3.1. Sources d'inflammation liées aux lieux de travail et proces:

Afin de prévenir les sources d'inflammation liées aux lieux de travail et de process, les dispositions suivantes doivent être prises au niveau des zones à risque:

- Surfaces chaudes:
  - Vérifier le point éclair des produits employés.
  - Vérifier que les risques de fuite sur une surface chaude sont réduits.
- Flammes, gaz chauds et particules chaudes :
  - Vérifier le point éclair des produits employés.
  - Conception des équipements.
  - Chariots élévateurs adaptés en zone.
- Étincelles d'origine mécanique:
  - Emploi d'outils anti-étincelants.
  - Limiter les frottements.

- Ondes électromagnétiques:
- Interdiction du téléphone portable en zone.
- Electricité statique :
- Mise à la terre : prévention de l'accumulation de charge.
- Liaisons équipotentielles : mise à la même tension que la terre de tous les équipements conducteurs dans un bâtiment afin d'éviter qu'il y ait une différence de potentiel.
- Limitation de l'utilisation de matériaux plastiques.
- Utilisation de matériaux antistatiques.
- Utilisation de vêtements et chaussures antistatiques.

VII. 1.3.2. Prévention des sources d'inflammation liées aux matériels :

a. Maintenance/Achat de matériel:

Des procédures d'achat ou de réapprovisionnement de matériel ATEX doivent être mises en place pour :

- définir la périodicité des inspections des matériels en zone ATEX (suite à l'audit initial) et des EPIS
- Déterminer la façon dont seront traités les non conformités relevées au cours des inspections ou de la surveillance continue,
- définir le plan de maintenance des matériels en zone ATEX et des EIPS
- Garantir la traçabilité et le suivi des modifications, des réparations, des opérations de Maintenance et de toute opération sur les matériels.
- s'assurer de la formation adéquate du personnel de maintenance (en interne et entreprises extérieures).
- identifier et analyser les matériels, et pièces de rechange actuellement en stock qui pourraient être utilisés en zone ATEX afin de statuer sur la possibilité de les utiliser en zone.

b. LA CERTIFICATION SAQR-ATEX:

La réparation des matériels utilisés en atmosphères explosives est généralement réalisée par des réparateurs non formés à ce type de matériels et particulièrement aux modes protection, ce qui peut entraîner une dégradation du niveau de sécurité initial des matériels.

Pour palier cela, l'INERIS a mis au point, la certification volontaire Saqr-ATEX des services de réparation des matériels destinés à être utilisés en atmosphères explosibles ATEX.

SAQR (Système d'assurance qualité des réparateurs de matériel utilisable dans les Atmosphères Explosibles).**[19]**

VII. 1.3.3. Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS ATEX) :

Les équipements participant à la maîtrise du risque d'explosion (limitation de zone ATEX, limitation des conséquences d'une explosion, etc.) doivent être identifiés :

- détecteurs gaz,
- évents d'explosions,
- soupapes,
- systèmes de ventilation,
- systèmes d'inertage,
- protections foudre,
- systèmes d'alerte et d'évacuation,
- capteurs…

Leurs bons états de fonctionnement doivent être évalués puis ces matériels doivent être maintenus en état par une maintenance adaptée et devront faire l'objet d'une vérification périodique.

VII. 1.4. Le document relatif a la protection contre l'explosion :

L'ensemble de la démarche (évaluation et prévention du risque d'explosion) doit être formalisée dans un document dénommé « document relatif à la protection contre les explosions » (DRPCE). Il est intégré au document unique et doit être régulièrement tenu à jour. Il est actualisé annuellement et notamment : lors de changements importants dans les produits, les procédés ou l'organisation du travail, lorsqu'une information concernant l'évaluation du risque dans une unité de travail est recueillie, par exemple à la suite d'une veille technologique.

Le DRPCE est finalisé sous la responsabilité de l'employeur et soumis pour avis aux instances représentatives du personnel (CHSCT, DP…).

Il convient de détailler dans le DRPE (l'ensemble des mesures organisationnelles qui ont été mises en place ou qui vont l'être (sous forme d'un plan d'actions) afin de prévenir le risque d'apparition d'explosions.).

VII. 1.4.1. Les principaux points qui doivent être abordés dans le DRPE sont:

a. Signalisation des zones,
b. Coordination, plan de prévention,
c. Formation et sensibilisation des travailleurs en zone dangereuse,
d. Vêtements de travail adaptés,
e. Arrêt/mise en service/gestion des modifications,
f. Evacuation.

- Signalisation des zones :

Panneau Imposé par la Directive 99/92/CE : doit être vu par l'ensemble du personnel pénétrant dans une zone ATEX.



Figure 16: signalisation des zones Atex

- Coordination :
  - Plan de prévention : fourniture du plan des zones ATEX,
  - Permis feu : Doit intégrer une étude de la façon de sécuriser les zones d'intervention (par exemple en balisant un périmètre d'intervention avec des explosimètres ou rendre obligatoire le port d'explosimètres portables et arrêter toute intervention en cas de détection).

Il faudra également veiller à ce que les opérations par point chaud en zone ne génèrent pas de sources d'inflammation au-delà du périmètre délimité (notamment, risques de projection d'étincelles au-delà du périmètre balisé),

- Livret d'accueil : intégrant le risque d'explosion.

- Formation et sensibilisation des travailleurs en zone dangereuse :

Dans le DRPE doivent être détaillé le contenu des formations, les compétences de l'organisme ou du personnel assurant la formation, les niveaux de qualification exigés selon la nature du travail notamment.

Plusieurs formations peuvent être envisagées selon la nature du travail effectué en zone ATEX, par exemple :

- **Personnel travaillant en zone dangereuse** :

Cette formation pourra aborder les notions d'atmosphère explosive, de sources d'inflammation, de risque d'explosion, de signalisation des zones et donner toutes les consignes permettant au personnel d'effectuer son travail de façon sûre en zone ATEX (manipulation correcte des équipements, consignes pour prévenir les sources d'inflammation, etc.)

- **Personnel de maintenance** :

Personnel chargé de la maintenance de l'installation ou de la réparation des équipements ATEX (y compris les entreprises extérieures).La formation devra traiter des différents modes de protection, des règles d'installation, de câblage et d'entretien des équipements.

- **Procédures à mettre en place :**

Les procédures devront être prises par les différents services (techniques, sécurité, maintenance…).

➔ Consignes de sécurité en zone ATEX :

- interdiction d'utiliser un téléphone portable standard,
- utilisation d'outils de travail anti-étincelants
- port de vêtements ne générant pas de décharges électrostatiques,
- matériels électriques et non électriques introduits en zone doivent être marqués ATEX et adaptés à la zone…

➔ Réglementation d'accès des zones ATEX :

- Seules les personnes habilitées pourront travailler ou entrer en zone ATEX
- Suivi des formations du personnel intervenant en zone.

Ces consignes peuvent être intégrées dans différents documents (plan de prévention, livret d'accueil…)

➔ Procédures spécifiques permettant le déclassement de certaines zones

➔ Procédures de travail (opératoires) spécifiques permettant l'intervention du personnel en zone ATEX en toute sécurité (permis de feu, plan de prévention…).

- Arrêt/mise en service/gestion des modifications :

- Procédures ou méthodes spécifiques assurant la prise en compte du risque d'explosion lors de la conception de nouvelles unités ou de la modification d'unités existantes ;
- Procédures d'utilisation, d'arrêt et de démarrage des installations.

- Evacuation : procédures d'évacuation et d'intervention des moyens de secours.

VII. 1.5. Les appareils:

Pour les différents domaines de risque d'explosion, la directive 2014/34/UE définit des groupes d'appareils et des catégories d'appareils.

VII. 1.5.1. Les groupes des appareils:

Il existe deux groupes d'appareils, I et II

a. **Le groupe I**: est celui des appareils destinés aux travaux souterrains des mines et aux parties de leurs installations de surface susceptibles d'être mis en danger par le grisou et/ou des poussières combustibles.

b. **Le groupe II** : est celui des appareils destinés à être utilisés dans d'autres lieux susceptibles d'être mis en danger par des atmosphères explosives. Selon la fréquence de survenue d'une atmosphère explosive.

VII. 1.5.2. Les catégories d'appareils:

Les groupes sont également subdivisés en catégories d'appareils:

a) **Le groupe I en catégories : M1 et M2**:

- **Les appareils de catégorie M1**:

Sont conçus et, si nécessaire, équipés de moyens de protection spéciaux additionnels pour pouvoir fonctionner conformément aux paramètres opérationnels établis par le constructeur et assurer un très haut niveau de protection. Les appareils de cette catégorie doivent rester opérationnels, même dans le cas d'un dérangement rare de l'appareil, en présence d'atmosphères explosives et sont caractérisés par des moyens de protection tels que :

- Soit, en cas de défaillance d'un des moyens de protection, au moins un second moyen indépendant assure le niveau de protection requis ;
- Soit, dans le cas de l'apparition de défauts indépendants l'un de l'autre, le niveau de protection requis est assuré.

- **Les appareils de catégorie M2**:

Sont conçus pour pouvoir fonctionner conformément aux paramètres opérationnels établis par le constructeur et basés sur un haut niveau de protection. Dans le cas où une atmosphère explosible se manifeste, l'alimentation en énergie de ces appareils est censée être coupée. Les moyens de protection relatifs aux appareils de cette catégorie assurent le niveau de protection requis lors d'un fonctionnement normal, y compris dans des conditions d'exploitation contraignantes et notamment celles résultant d'une utilisation sévère de l'appareil et de conditions changeantes.

b) Le groupe II en catégorie 1, 2,3:

- **Les appareils de catégorie1:**

Les appareils de cette catégorie sont caractérisés par au moins deux moyens de protection contre les risques d'explosion, fonctionnant de telle manière qu'en cas de défaillance d'un des moyens de protection, au moins un second moyen indépendant assure un niveau de protection suffisant. Ces appareils sont conçus pour pouvoir fonctionner en zone 0 ou 20.

- **Les appareils de catégorie 2:**

Le ou les moyens de protection contre les risques d'explosion relatifs aux appareils de cette catégorie doivent fonctionner de manière à assurer un niveau de protection contre les risques d'explosion suffisant même en cas de dysfonctionnement prévisible. Ces appareils sont conçus pour pouvoir fonctionner en zone 1 ou 21.

- **Les appareils de catégorie3:**

La conception des appareils de cette catégorie doit assurer un niveau de protection contre les risques d'explosion suffisant en fonctionnement normal.

Ces appareils sont conçus pour pouvoir fonctionner en zone 2 ou 22.

Ce tableau permet d'établir la catégorie à laquelle un appareil doit appartenir pour pouvoir être utilisé dans une certaine zone: [**19]**

Danger	Risque	Zone	Catégorie	Appareils
Gaz, Vapeurs et Brouillards	En permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment	0	1G	Niveau de sécurité très élevé (sûr malgré deux erreurs indépendantes)
Gaz, Vapeurs et Brouillards	occasionnellement	1	1G, 2G	Niveau de sécurité élevé (sûr même en cas de dysfonctionnement auquel on peut habituellement s'attendre)
Gaz, Vapeurs et Brouillards	rarement, le cas échéant de courte durée	2	1G, 2G, 3G	Niveau de sécurité normal (sûr en fonctionnement normal)
Poussières	En permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment	20	1D	Niveau de sécurité très élevé (sûr malgré deux erreurs indépendantes)
Poussières	occasionnellement	21	1D, 2D	Niveau de sécurité élevé (sûr même en cas de dysfonctionnement auquel on peut habituellement s'attendre)
Poussières	rarement, le cas échéant de courte durée	22	1D, 2D, 3D	Niveau de sécurité normal (sûr en fonctionnement normal)

Tableau10: Les catégories des appareilles et leur zones d'utilisation

- G pour gaz ou vapeur, D pour poussières.

VII. 1.5.3. Exemples des appareils ATEX:

Les appareils et les équipements les plus utilisés dans les zones industrielles, qui devraient être ATEX :



Figure17 : Combiné sonore et lumineux



Figure18 :Haute parleur



Figure19 : sirène



figure 20: les appareils photos



Figure 21 : Téléphone portable

VII. 1.5.4. Le marquage:

Le marquage des produits ATEX est une disposition fondamentale de la Directive Européenne, donc Tous les appareils destinés à être utilisés en Atmosphère Explosible ont un marquage bien précis.

Par exemple: en prenant le marquage figure sur une boîte de jonction



Figure22: Une boîte de jonction et son marquage

STAHL : Nom du fabricant

Ex : Marquage CEI (Commission Electrotechnique Internationale- IEC en anglais).

CE : Marquage CE

0158 : Numéro de l'organisme notifié

PTB 01 ATEX 1024 : Numéro d'attestation d'examen CE / UE de type

II 2 G Ex d e IIC T6 Gb : marquage gaz

II = Groupe d'appareils (I = mines, II = Industries de surface

2 = Catégorie d'appareils (2=risque fréquent zone 1 et 21)

G = Gaz, vapeurs (D = poussières)

Ex = Le matériel répond aux modes de protection normalisés par le CENELEC pour les appareils électriques

d = Mode de protection: antidéflagrant

e = Mode de protection par sécurité augmentée

IIC = Groupe de Gaz le plus sévère incluant l'hydrogène, l'acétylène et le bisulfure de carbone

T6 = Classe de température correspondant à une ambiance dont la température d'auto-inflammation est supérieure à 85°C

II 2 D Ex tb IIIC T80°C Db IP66

II = Groupe d'appareils (I = mines, II = Industrie de surface)

2 = Catégorie d'appareils (2 = risques fréquents zone 1 et 21)

D = Poussières (G = gaz)

Ex : Le matériau répond aux modes de protection normalisés par le CENELEC pour les appareils électriques.

tb = Mode de protection par boîtier étanche pour zone 21 (ta=zone 20, tb=zone 21, tc=zone 22)

IIIC = Poussières conductrices

T80°C = Température à laquelle le gaz s'enflamme

Db = Niveau de protection des EPL

Ip 66 = Indice de protection (66 = Totalement protégé contre les poussières et totalement protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer) **[19]**

VII. 1.6

VII. 2. Les mesures de protection :

Les mesures de protection ont pour but d'atténuer les effets d'une explosion, si on n'a pas pu empêcher la formation d'une atmosphère explosive. Il est, donc, nécessaire d'atténuer les effets néfastes d'une explosions pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs. Ainsi des actions de protection collectives et individuelles peuvent être mises en place.

VII. 2.1. Mesures de protection collectives:

VII. 2.1.1. Sur les locaux :

- Conception et construction des locaux :

Si l'entreprise doit construire de nouveaux locaux, il est nécessaire de choisir des matériaux adaptés et résistants au feu de façon à ce que le personnel présent ne soit pas atteint par la chute d'éléments de structure et que les locaux résistent à l'effondrement de l'édifice .

De plus, il devra prendre en compte l'opportunité de la mise en place d'un système de découplage- la configuration des locaux

- Compartimentage:

Le compartimentage a pour but d'éviter la propagation du feu, de la chaleur et des fumées , durant un temps donné, en les contenant dans un espace défini par des éléments constructifs du bâtiment. Un compartiment est une zone délimitée par des murs, planchers, portes...

- Résistances des matériaux et des appareils :

Les parties d'une installation telles que les récipients, les appareils, les canalisations sont conçus de manière à résister sans éclater aux effets d'une explosion interne.

On distingue généralement les types de construction résistants aux explosions suivants:

- Construction résistante à la surpression d'explosion maximale,
- Construction résistante à une surpression d'explosion réduite associée à un dispositif de décharge de la pression d'explosion ou de suppression d'explosion.

Les parties d'installation sont conçues de manière à résister soit à la pression d'explosion, soit aux ondes de choc.

VII. 2.1.2. Système de découplage technique:

Lorsqu'une explosion se produit dans une partie d'installation, elle peut se propager aux autres parties et ainsi, provoquer de nouvelles explosions. Les effets d'accélération induits par la propagation dans des canalisations peuvent renforcer les effets de l'explosion. Il est donc important de confiner les explosions potentielles. Ce résultat s'obtient au moyen du découplage technique.

Le découplage technique peut être mis en place avec plusieurs systèmes comme :

- Arrête-flamme:

Pour éviter les retours de flamme dans une atmosphère explosive des dispositifs de sécurité arrête-flammes peuvent être utilisés . par exemple, les dispositifs de ventilation et d'aération, les jauges de niveau et les conduites de remplissage et de vidange.

Le fonctionnement des dispositifs de sécurité arrête-flammes se base sur les mécanismes suivants:

- étouffement des flammes dans des fentes ou des canaux étroits (par exemple enroulements métalliques, métaux fritté)
- arrêt d'un front de flammes moyennant l'évacuation à haute vitesse des mélanges non brûlés (vannes d'évacuation rapide) ,
- arrêt d'un front de flammes au moyen de systèmes humides.

Les autres systèmes utilisé contre les explosions, les plus fréquemment rencontrés sont les dispositif de détournement de l'explosion vannes-guillotines à fermeture rapide et les clapets ventex pilotés, les arrêts-barrages à agent extincteur, les écluses rotatives …

VII. 2.1.3. Système d'extinction:

La mise en place d'un système d'extinction permet d'éviter l'explosion. En effet, l'injection rapide d'agents extincteurs dans les récipients ou dans l'installation, empêchera d'atteindre la pression d'explosion maximale en cas d'explosion. Ce dispositif s'appelle suppresseur d'explosion.

Remarque : les moyens techniques mis en œuvre pour satisfaire à ces actions, tels les évents ou le système de découplage technique, sont des systèmes de protection au titre de la directive 94/9/CE et doivent donc être reconnus et certifiés conformes à celle-ci.

VII. 2.2. Mesures de protection individuelles:

Le corps humain doit être considéré comme un conducteur. En conséquence, il peut se charger et donner des décharges de type étincelle .

Les mécanismes de chargement pour le corps humain peuvent être les suivants :

- Marcher, se lever d'un siège, particulièrement s'il est constitué de matières synthétiques,
- Toucher, manipuler des corps chargés;
- Se charger par influence, notamment en présence d'un champ électrique.

Lorsqu'il est en présence d'une atmosphère explosive, le corps humain doit donc être mis à la terre. Mais, certains vêtements isolants peuvent, par frottement, se charger et générer des étincelles, même si le corps humain est bien mis à la terre. Les travailleurs amenés à pénétrer

dans les zones 1 ou 2 doivent être munis de vêtements, et notamment de chaussures ne générant pas de charges électrostatiques. Cette situation doit être parfaitement analysée.

VII. 2.2.1. Vêtements de travail:

- Bleu de travail :

Les vêtements en coton ne génèrent pas d'électricité statique. Ils sont également recommandés en cas d'incendie car ils ne fondent pas.



Figure23: bleu de travail

- Pulls, chemises, T-shirts et sous-vêtements :

S'ils sont portés sous des vêtements en coton fermés, les pulls, chemises et sous-vêtements , quelle que soit leur nature ne constitue pas un risque. L'humidité générée par la transpiration augmente la conductivité de surface des fibres et réduit la formation de charges .

- Parkas **:**

Les parkas sont souvent revêtues de matériaux synthétiques destinés à assurer l'étanchéité du vêtement. Leur usage doit être évité là où des atmosphères explosives peuvent être présentes. Encore une fois, le risque est surtout présent si l'on ôte la parka .



Figure 24: parkas

- Tenues de protection (type antiacide):

Il est possible de trouver des tenues de protection antistatiques, mais elles sont rares. Par sécurité, ne pas les mettre, ni les enlever en zone.



Figure25: Tenues de protection

- Chaussures:

Les chaussures doivent être à la fois conductrices pour pouvoir écouler les charges Électrostatiques et isolantes pour prévenir les dangers liés aux appareils électriques. Il faut donc viser une résistance contrôlée qui se situe entre 105 et 108 Ohms (norme EN 347).

Les équipements respectant ces valeurs portent un pictogramme antistatique mentionné sur la notice ou sur la boite. Ce pictogramme n'est pas forcément reporté sur la chaussure. Un simple marquage CE ne garantit pas la protection antistatique .

La plupart des chaussures de sécurité sont antistatiques, mais pas les bottes. Une chaussure antistatique n'est efficace que sur un sol conducteur (le béton est considéré comme conducteur pour l'électricité statique). Un sol encrassé peut rapidement devenir isolant. Un revêtement de sol peu également nuire à l'écoulement des charges électrostatiques. Un encrassement de la semelle peut rendre la chaussure isolante.



Figure26: Une chaussure

- Casque :

Les casques sont en matière synthétique. Toutefois, leur faible surface et le fait que normalement ils ne subissent pas de frottement, font qu'ils ne constituent pas un risque en atmosphère explosive.



Figure27: Un casque

- Gants:

Les gants en cuir ne génèrent pas d'électricité statique. Les gants en tissu enduit, destinés à la protection chimique, ne sont pas toujours antistatiques. Toutefois, leur faible surface ne génère que peu de charge. Ils peuvent être enlevés en zone, car l'intérieur du gant est humide .

En manipulant un objet métallique (outil) avec des gants isolants, celui-ci peut se charger. La mise à la terre des masses métalliques est indispensable. **[7]**



Figure28: des gants

Conclusion

Appliquer les réglementations ATEX en manière mauvaise ou ne pas les respecter peut entraîner des conséquences graves pour les entreprises et leurs employés. Il est donc nécessaire de prendre en considération la présence du risque d'atmosphères explosives. Dans ce travail, nous avons présenté ce qui pourrait être un dossier utile pour ceux qui souhaitent mieux étudier ce danger car il explique le phénomène et sa formation Et donne une méthodologie les évaluer selon la réglementation. Il donne également les mesures de prévention proposées nécessaires sur le lieu de travail. Par conséquent, il est important pour chaque responsable de sécurité sur son lieu de travail de veiller à ce que les méthodes de prévention et de protection soient strictement appliquées pour assurer la sécurité des employés, les biens de l'entreprise et son environnement, ce qui est l'objectif souhaité. L'équipe de sécurité n'est pas le seul dans cette démarche de sécurité. La prévention de tels dangers est en fait liée aux travailleurs car ils doivent afficher une culture de sécurité positive sur le lieu de travail et suivre les conseils des responsables de la sécurité. Le propriétaire d'entreprise doit y participer en mettant à disposition les moyens et procédures et les équipements appropriés pour la protection et la prévention des risques en général et du risque d'atmosphère explosive particulièrement.

Références Bibliographique

[1] https://www.euro-petrole.com/accident-de-skikda-n-f-26

[2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Explosion_de_gaz_de_Ghislenghien

[3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Explosion_de_l%27usine_AZF_de_Toulouse

[4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Catastrophe_de_Los_Alfaques

[5] https://fr.wikipedia.org/wiki/Catastrophe_de_Bhopal

[6] https://www.cchst.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_risk.html , http://www.dem-relizane.com/code-minier/francais/decret-presidentiel-99-64.html

[7] Dossier ATEX_atmosphére explosive PDF

[8]A23 Protection contre les explosions. PDF

[9] file:///C:/Users/DELL%20%2015/Downloads/ed911.pdf

[10] Annex_1_etude_atex.pdf

[11] http://oprebatph.org.dz/index.php/fr/joomdoc/documents-a-telecharger/reglementation-en-hygiene-et-securite/66-decret-90-198-du-30061990/file?fbclid=IwAR3n8LZiZzoui87JpKesibCOSa6ps5e8cu4mcdM37ZtUSFFuAnJrIkwUsRw (journal official)

[12] http://www.aspiration-filtration-depoussierage.fr/wpcontent/uploads/INRS_ED945.pdf

[13] http://www.inrs.fr/risques/explosion/reglementation-textes-reference.html

[14] INRS-ed945.PDF(SECUED), http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20945

[15] INRS-ed911.PDF(SECURED), http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20911

[16] Annexe-7- ETUDE-ATEX.Pdf

[17] file:///C:/Users/DELL%20%2015/Downloads/nd2331.Pdf

[18] 364667411support-ATEX-ppt.Pdf

[19] https://zone-atex.fr/page/marquage-atex.html