REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

UNIVERSITE DE MEDEA



Département du Génie des Procédés et Environnement

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du diplôme Master Professionnel

En Génie des Procédés et Environnement

Option gestion des risques et crises

Thème :

Risques Lies Aux Stockage Des Hydrocarbures (Cas Centre Enfûteur de la wilaya de Naâma)

Proposé et dirigé par :

Dr HADIDI Nourdine

Etudié et présenté par :

MEDJAHED Slimane

Promotion 2012-2013

Remerciement

 Le Colonel Mustapha EL HABIRI, Directeur Générale de la Protection Civile;

 Monsieur Mahfoud BEN SALEM, Le Directeur du Personnel et de la Formation ;

 Le Colonel Mohamed KHALEF, Directeur de l'Organisation et de la Coordination des Secours, pour ses précieux conseils ;

 Le Colonel Doudah GUERRACH, Le Directeur de formation ;

 Le Colonel Dehmani Ahmed, le Directeur de la protection civile de la wilaya de Naâma, qui m'a fait confiance et m'a permis de suivre cette formation ;

 Le colonel Zighed Abdlhamid ,le Directeur de l'Ecole National de la Protection Civile ;

 L'Université Dr. Yahia Fares de Medéa et la Direction Générale de la protection civile, pour l'ouverture proposée par ce cursus Master II.

 Mon Tuteur de mémoire, le Professeur HADIDI N., pour sa disponibilité, son soutien et ses conseils avises

 Messieurs les professeurs Mr. KERCHICH Yacine, Mr.Baloul Abdlekarim et le Lieutenant-Colonel Fouad LALAOUI , le Commandant Yahioui M pour leur engagement et leur ouverture d'esprit ainsi que tous l'équipes pédagogiques de l'université Dr.Yahia Fares de Medéa et de l'Ecole Nationale de la Protection Civile, pour leur accueil et leur disponibilité.

Sans oublier :

Celle qui m'a toujours soutenu et qui a sacrifiée ça vie afin de faire de moi ce que je suis, et qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation ;…ma Mère.

 Celui qui m'a donné sa vie, sa force et tous sont temps et qui ma indique la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes…mon Père.

Ma femme et mes enfants, pour la patience et le soutien indispensables dont ils ont fait preuve pendant toutes ces semaines de travail et d'absence.

 L'ensemble de mes partenaires de formation, pour leur soutien, la qualité des relations et des échanges que nous avons partages.

 Mes partenaire de l'SPG et mes collègues de la direction de la protection civile de la wilaya de Naâma.

Résumé :

Le travail présenté consiste à étudié les risques lies aux stockage des hydrocarbures (GPL), identifier des phénomène dangereux susceptibles de se produire suite à l'occurrence d'événement non désirés, eux-mêmes résultant de la combinaison de dysfonctionnements, dérives ou agressions extérieurs sur le système (centre enfûteur de Ain Sefra). en s'appayant sur l'analyse préliminaire des risques ,qui permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Et permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances.

Mots clés : stockage GPL, BLEVE, accidentologie, l'analyse préliminaire des risques.

Abstraction

The present work is to study the risks associated with the storage of hydrocarbons (LPG), identify dangerous phenomenon may occur due to the occurrence of unwanted events, themselves resulting from the combination of failures, abuses or external aggression on the system (center enfûteur Ain Sefra). by appayant on the preliminary risk analysis, which identifies the critical points to be more detailed studies. And allows to highlight the equipment or facilities that may require a more detailed study with tools such as FMEA, HAZOP analysis and fault tree.

Keywords: LPG storage, BLEVE, accident, preliminary risk analysis.

ملخص:

العمل الحالي هو دراسة المخاطر المرتبطة يتخزين المواد الهيدروكربونية (LPG) تحديد الظواهر الخطيرة التي تؤدي الى وقوع أحداث غير مرغوب فيها،الأحداث الناجمة عن مزيج من الإخفاقات ، التجاوزات أو عدوان خارجي على النظام (مركز ملء قارورات الغاز بعين صفراء). و هذا بالارتكاز على تحليل أولي للمخاطر، الذي يحدد النقاط الحرجة يمكن إستغلالها بدراسات أكثر تفصيلا. ويسمح بتسليط الضوء على المعدات أو المرافق التي قد تتطلب دراسة أكثر تفصيلا مع ادوات مثل FMEA و HAZOP و والتحليل بشجرة الخطأ.

كلمات المفتاحية: تخزين غاز البترول المسال، حادث،ظاهرة BLEVE، تحليل أولي للمخاطر.

SOMMAIRE

Introduction générale ……. P01

Chapitre I : Généralités sur les hydrocarbures

1-1- Hydrocarbures…….. P03

1-2- Liquides Inflammables……. P03

1-3- Gaz de pétrole liquéfié……. P03

1-4- Classification…… P03

1-5- Caractéristiques des Gaz De Pétrole Liquéfié……... P03

1-5-1- Propriétés du butane et du propane……..... P04

1-5-1-A- La liquéfaction……..……..... P04

1-5-1-B- Le point d'ébullition……..……..... P04

1-5-1-C- - Pression de vapeurs……..……..... P05

1-5-1-D- Dilatation……..……..... P05

1-5-1-E- Le poids spécifique (l'état gazeux)……..... P05

1-5-1-F- La densité (l'état liquide)……..……..... P05

1-5-1-G- Limite d'inflammabilité……..... P05

1-5-1-H - Pouvoir calorifique……. P06

1-5-1-I - L'indice d'octane…….. P06

1-5-1-J - Toxicité……..……..... P06

1-5-1-K - Odeur…….. P07

1-5-1-L- Influence sur les matières…… P07

1-6- Utilisation des GPL……... P07

1-7- Stockage des GPL……. P07

1-7-1- Réservoir cryogénique……... P08

1-7-2- Réservoir sphérique…… P08

1-7-3- Réservoir sphérique sous talus…….. P09

1-7-4- Réservoir cylindrique vertical…… P09

1-7-5- Réservoir cylindrique horizontal…… P10

Chapitre II : La Prévention des Risques Liés au Stockage GPL

2-1- Dangers des GPL……. P11

2-1-1- Vaporisation…… P11

2-1-2- Changement d'état du GPL…… P11

2-1-3- Inflammabilité du GPL……..…… P11

2-2- Les mesures préventives…….…….. P12

Chapitre III: Les causes et les effets d'un BLEVE.

3-1- Définition……..…… P14

3-2- Théorie……..…… P14

3-3- Causes – Réalités Physiques……..... P16

3-4- Evaluation quantitative…….……. P18

3-4-1- Masse de la boule de feu……..... P19

3-4-2- Diamètre de la boule de feu……..... P19

3-4-3- Durée de combustion et hauteur d'élévation de la boule de feu..... P19

3-4-4- Flux thermique radiant de la boule de feu…… P19

3-4-5- Effets thermique au sol et distance de sécurité…….. P20

3-4-6- Effets des radiations thermiques. …….. P20

3-4-7- Effet de surpression…….. P20

Chapitre IV: Accidentologie – retour d'expérience

4-1- Généralité……. P21

4-2- Incidents et accidents survenus dans les unités NAFTAL GPL ……. P21

4-3- Incidents et accidents survenus à l'étranger……. P22

4-4- Analyse des accidents de GPL……..... P39

4-5- Conclusion…… P42

Chapitre V : Présentation générale de l'établissement

5-1-Cadre réglementaire…… P43

5-2- Description du centre enfûteur Ain Sefra …… P43

5-3- Description générale des activités du site……. P45

5-3-1- les installations GPL…… P45

5-3-1-A- Réservoirs de stockage…….. P45

5-3-1-B- Hall d'emplissage……. P46

5-3-1-C- Pomperie GPL…… P46

5-3-1-D- Autres utilités……. P47

5-4- Description détaillée des installations du processus de chargement / déchargement…… P48

5-4-1- Déchargement…… P49

5-4-2- Emplissage……. P50

5-5- Description de l'environnement et du voisinage……. P50

5-5-1- Effet domino…… P51
5-5-2- Voisinage du centre…… P51
5-5-3- Population, habitation…… P51
5-5-4- Etablissement recevant du public…….. P52
5-5-5- Installations industrielles voisines…… P52
5-5-6- Voies de communications et de transport…….. P52
5-5-7- Circulation ferroviaire…… P52
5-5-8- Régime des vents…… P52
5-5-9- Sismicité…… P52
5-6- Identifications et caractéristiques des potentiels de danger…… P52
5-6-1- Sources externes de danger……. P53
5-6-1-A- Risques naturels……... P53
5-6-1-B- Risque non naturels…….. P54
5-6-2- Sources internes de danger…… P55
5-6-2-A- Risques liés aux réservoirs de stockage de GPL…… P55
5-6-2-B- Risque liés aux canalisations de GPL……. P56
5-6-2-C- Risques liés à l'emplissage des bouteilles de gaz…… P57
5-6-2-D- Risques liés aux opérations de chargement / déchargement…… P58
5-6-2-E- Risques liés aux produits…… P59
Chapitre VI : Gestion des risques
6-1- Introduction……..…….. P60
6-2- Méthodologie d'analyse……. P61
6-2-A- Les bases de l'analyse de risque……. P62
6-2-B- Choix de la méthode d'analyse…….. P63
6-2-C- L'analyse préliminaires des risques / dangers…… P65
6-2-C-1- Historique et domaine d'application……... P65
6-2-C-2- Principes de l'APR…….. P66
6-2-C-3- Démarches…….. P66
6-2-D- Analyse détailles des risques……. P68
6-2-E- Synthèse de scénarios à modéliser……. P76
6-2-F- Choix et étude de la grille de criticité……. P77
6-2-G- Acceptabilité du risque…….. P78
6-3- Quantifications des différents scénarios…… P79

6-3-A- Les scénarios accidentels majeurs retenus……. P79

6-3-B- Mesures de préventions et de protections……... P84

6-3-C- Estimation de l'effet du BLEVE ……. P90

6-4- Réduction des potentiels de danger et dispositifs important pour la sécurité (centre Enfûteur Ain Sefra)……..... P92

6-4-A- Moyens d'intervention……. P93

6-4-B- Moyens de protection…… P94

6-5- Recommandations……..... P101

6-5-A- Les facteurs humains…… P101

6-5-B- Les moyens logistiques……. P102

6-5-C- Moyens de communications……..…… P103

6-5-D- Système de managements de la fonction sécurité industrielle……. P103

6-5-E- Niveau réglementaire…… P104

6-5-F- Participation du public……. P104

6-5-G- Formation de personnel…… P104

Conclusion générale……..... P106

Références…….……... P108

Notations :

Lettres latines

D_b : diamètre de la boule de feu en [m]

M : masse du liquide en [kg]

t : la durée de la boule de feu en [s]

D_l : distance correspondante au seuil de létalité [m]

D_s : distance correspondante au seuil de brûlures significatives [m]

F : taux de flash [-]

Lettres grecques

Φ : flux à la surface de la boule [kw/m^2]

φ_{rad} : flux thermique radiant [kw/m^2]

Indices

C_3H_8 : Le propane

C_4H_{10} : Le butane

Abréviation

APR : Analyse Préliminaire des Risques

AMDEC : Analyse des modes de défaillance et de leurs effets et de leur criticité

BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

BARPI : Bureau d'analyse des risques et des pollutions industrielles

C E : Centre emplisseur

DGPC : Direction générale de la protection civile

DRA : Direction des risques accidentels

GPL : Gaz de pétrole liquéfié

HAZOP : Hazard and operability study

INESC : Institut National d'Etudes de la Sécurité Civile

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

L.I.I : Limite d'inflammabilité inférieure

L.I.S : Limite d'inflammabilité supérieure

M.E.D.D : Ministère de l'écologie et du développement durable

P.E : Point éclair

PCI : Pouvoir calorifique inférieur

PCS : Pouvoir calorifique supérieur

PII : Plan interne d'intervention

PPRT : Plans de prévention des risques technologiques

TNT : Trinitrotoluène

TLS : Température limite de surchauffe

UIC : Union des Industries Chimiques

VCE : Vapour Cloud Explosion

Listes des figures :

Fig I-1 Réservoir cryogénique…….. P08

Fig I-2 Réservoir sphérique……... P08

Fig I-3 Réservoir sphérique sous talus……. P09

Fig I-4 Réservoir cylindrique vertical…….. P09

Fig I-5 Réservoir cylindrique horizontal …….. P10

Fig III-1 Courbe de tension de vapeur saturante et de droite limite du surchauffe….. P15

Fig III-2 Etapes de développement d'un BLEVE « chaude » (d'après S.Shield 1993) P16

Fig III-3 Le type de BLEVE d'après S.Shield ,1993…… P16

Fig V-1 Plan de masse du centre enfûteur de Ain Sefra……... P43

Fig V-2 Vue aérienne du centre enfûteur de Ain Sefra…… P45

Fig V-3 Réservoirs de stockage (deux cigares)…….. P45

Fig V-4 Hall d'emplissage…….. P46

Fig V-5 Deux compresseurs……. P47

Fig V-6 Deux pompes…….. P47

Fig V-7 Process d'un centre emplisseur GPL…….. P49

Fig V-8 Schéma de déchargement du gaz d'une citerne vers une cigare…… P50

Fig V-9 Schéma d'alimentation du hall d'emplissage……. P50
Fig V-10 Voisinages du centre emplisseur de Ain Sefra…… P52
Fig VI-1 Etape d'une d'analyse des risques…… P62

INTRODUCTION GENERALE :

Actuellement, le monde industriel est devenu plus sensible à la maîtrise des accidents majeurs à cause des conséquences graves et même catastrophique matérielles, humaines et environnementales. Pour cela des efforts considérables sont fournis en matière de gestion des risques et d'optimisation du politique d'intervention afin de prévenir ces accidents.

Compte tenu de la situation actuelle que traverse l'Algérie à travers ses installations économiques existantes ou en cours de réalisation, les données en matière de prévention industrielle restent insuffisantes, vu l'importance que l'Etat a donnée pour le renforcement des mesures de prévention et la réduction des risques par des lois et des textes.

En effet, le rôle qui a été donné à la protection civile en tant qu'institution est une tache énorme comme le stipule le décret exécutif n° 06-198 du 31 mai 2006, relatif à l'approbation des études de dangers établies par les exploitants et le décret exécutif n° 09- 335 du 20 octobre 2009 fixant les modalités d'élaboration et de mise en œuvre des plans internes d'intervention par les exploitants des installation industrielles.

Un incident est maîtrisé si les moyens de son contrôle ont été correctement engagés.

La nécessité de mettre en place une organisation capable de contrôler et de maîtriser tout incident susceptible de se manifester au niveau des installations économiques, en prenant comme exemple le centre Enfûteur de la wilaya de Naâma qui serait l'un de nos objectifs.

Il convient de rappeler qu'une organisation pour qu'elle soit parfaite, doit au préalable être préparé, simulée et suivie car au moment opportun, elle implique une maîtrise de la situation et une discipline pour le bon déroulement chronologique des actions à mener.

C'est de la rapidité d'intervention que dépend non seulement la réussite de l'extinction et /ou du contrôle du risque mais aussi la réduction des conséquences d'un sinistre éventuel sachant que les produits hydrocarbures ont pour la plus part un point éclair très bas (≤21°c) tel le pétrole brut, essence etc. …, un pouvoir calorifique élevé et une vitesse de propagation considérable.

En termes clairs, l'efficacité de l'intervention est essentiellement liée à sa rapidité, et à l'existence de moyens adaptés tant en personnel (entraîné et en nombre suffisant) qu'en matériels (équipements et produits prêts à l'utilisation).

De là, nous essayons d’exposer un état non exhaustif des risques susceptibles de se manifester à tout moment et en tout lieu du centre Enfûteur de la wilaya de Naâma et on arrête les principales mesures de contrôle de ces risques.

Pour ce faire, nous dressons un plan de travail sur lequel sera illustré le cadre réglementaire, rappel des généralités sur les hydrocarbures, stockages des hydrocarbures, présentation du centre Enfûteur de la wilaya de Naâma, partie pratique (méthode APR), conclusion.

CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES HYDROCARBURES :

1-1 HYDROCARBURES:

Produits naturels composé uniquement d'atome de carbone et d'hydrogène qui dans les conditions normales de température et de pression, sont soit solides (paraffine), soit liquides (pétrole) soit gazeux (méthane, butane). [05]

1-2 LIQUIDES INFLAMMABLES:

Hydrocarbures et autres liquides, soit purs, soit formant des mélanges, solutions ou suspensions, émettant des vapeurs susceptibles de s'allumer momentanément en présence d'une flamme dans des conditions normalisées, à une température minimum dite point éclair (P.E.) [05]

1-3 GAZ DE PETROLE LIQUEFIE:

Le terme GPL signifie (gaz de pétrole liquéfié) il est incolore et inodore. Afin de faciliter son transport par pipe et son stockage, le GPL est maintenu sous pression à l'état liquide.[05]

1-4 CLASSIFICATION

Catégorie A: hydrocarbures liquéfiés dont la pression de vapeur à 15°C est supérieure à 1 bars (sous catégorie A1 et A2)

Catégorie B: hydrocarbures liquides dont le point éclair est inférieur à 55°C

Catégorie C: hydrocarbures liquides dont le point éclair est supérieur ou égal à 55°C mais inférieur à 100°C (sous catégorie C1 et C2)

Catégorie D: hydrocarbures liquides dont le point éclair est supérieur à 100°C (sous catégorie D1 et D2)

1-5- CARACTRISTIQUE DES GAZ PETROLIER LIQUIFIER

Le terme GPL est l'abréviation conventionnelle par laquelle sont désigner l'ensemble du butane et du propane et dont la signification est « Gaz de pétrole liquéfié ».Ces derniers peuvent être définie comme étant des hydrocarbures à 03 ou à 04 atomes de carbone, essentiellement propane et butane.

Les GPL sont devisés en deux groupes :

- Le propane de formule C_3H_8.
- Le butane de formule C_4H_{10}.

Le GPL produit directement à partir du gaz naturel ne comprend que les groupes paraffinages.

Les groupes oléfiniques comprennent notamment :

- Le propane de formule C_3H_8.
- Le butane de formule C_4H_8.

Les GPL produit par les raffineries et les installations pétrochimiques peuvent comporter les deux groupes paraphréniques et oléfiniques.

Les GPL sont commercialisés sous trois formules différentes :

- Le propane commercialisé peut contenir le propène.
- Le butane qui peut comporter ou non le butène.
- Le mélange de propane et de butane essentiellement réservé pour la combustion GPL/C.

1-5-1- PROPRIETES DU BUTANE ET DU PROPANE :

Après avoir déterminé comment se fait la séparation des butanes et de propane essayons de montrer leurs caractéristiques qui sont voisine avec un léger avantage du butane sur les propanes.

La manipulation des gaz nécessite un certain nombre de précautions, d'ailleurs fort simples découlant de leurs propriétés [05]:

1-5-1-A- la liquéfaction : pour assurer une grande réserve énergétique sous un volume restreint, il faut faire passer le Butane et le Propane de leur état gazeux à un état liquide, le processus est appelé liquéfaction, cette propriété a une conséquence très importante en applications pratiques, en ce sens qu'en liquéfiant le Propane et le Butane, on facilite considérablement leur stockage et leur transport.

1-5-1-B-Le point d'ébullition : lorsqu'ils sont à l'état liquide, le butane et le propane suivent la règle qui veut qu'à une pression donnée, chaque liquide a une température d'ébullition fixe qui ne varie pas pendant toute la durée d'ébullition .en exemple , sous la pression atmosphérique

- l'eau ordinaire boue à : 100°C
- le butane boue à :- 0,5°C
- le propane boue à : -40°C

1-5-1-C- Pression de vapeurs : a des températures supérieures à leur point d'ébullition, le propane et le butane ne peuvent être amenés ou maintenus à l'état liquide que par la compression, celle-ci est d'autant plus forte que la température est plus élevée. Pour un produit de composition donnée et une température donnée la pression est toujours la même. Cette pression est appelée la pression de vapeur.

La pression de vapeur du butane à 20°C est de 2,9 bar.

La pression de vapeur du propane à 20°C est de 9,6 bar.

1-5-1-D- Dilatation : il y a lieu de tenir compte du coefficient de dilatation très élevé de ces gaz lorsqu'ils sont à l'état liquide, aussi, les récipients destinés à les emmagasiner ne doivent-ils jamais être remplis complètement (à environ 85%).

1-5-1-E- Le poids spécifique (l'état gazeux) : à l'état gazeux, le butane et le propane sont plus lourds que l'air, à 15°C et à la pression atmosphérique, $1m^3$ de butane pèse 2,44 kg, $1m^3$ de propane pèse 1,87kg par contre 1m3 d'air pèse 1,22 kg. Dans une installation, en cas de fuite de liquide, le gaz qui se forme se diffuse lentement dans l'air, en atmosphère calme, il s'accumule au niveau du sol aux points les plus bas.

1-5-1-F- La densité (l'état liquide) : à l'état liquide les gaz GPL sont plus légers que l'eau. A la température de 15 °C :

1 litre de butane pèse 0,58 kg

1 litre de propane pèse 0,51 kg

1 litre d'eau pèse 1 kg

1 litre d'essence pèse 0,74 kg

1-5-1-G- limite d'inflammabilité : les gaz GPL sont inflammables dans des limites faibles, la combustion n'est possible que si le mélange (air+comburant) soit réalisé suivant certaines propositions comprises entre ces limites, c'est-à-dire que si le mélange contient un grand excès d'air, le peu de combustion contenu dans la première zone enflammée ne dégagera pas une quantité de chaleur suffisante pour allumer les zones voisines, il y aura extinction de la flamme. Si au contraire le mélange est très riche, seul une petite quantité de combustion pourra brûler à cause du manque d'oxygène, et comme précédemment la quantité de chaleur dégagée sera insuffisante pour entretenir la combustion.

Exemple :

Le Butane :

- limite d'inflammation inférieure à 1,5 %

-limite d'inflammation supérieure à 8,5 %.

Le propane :

- limite d'inflammation inférieure à 1,9 %

-limite d'inflammation supérieure à 9,5 %.

La comparaison de ces limites avec celles d'autres combustibles gazeux, fait apparaître une plage d'inflammabilité très restreinte, ce qui présente un avantage certain sur le plan de sécurité.

1-5-1-H- Pouvoir calorifique : le pouvoir calorifique d'un combustible, c'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète, sous pression atmosphérique normale (1,013 bar), d'un Kg (pour les combustibles liquides et solides) ou d'un M3 (pour les combustibles gazeux) de combustible. On désigne deux pouvoirs calorifiques, le pouvoir calorifique inférieur (PCI) et le pouvoir calorifique supérieur (PCS), suivant que l'eau formée par la combustion se trouve sous forme de vapeur ou de liquide.

1-5-1-I- L'indice d'octane : l'indice d'octane est un nombre qui détermine le pouvoir antidétonant d'un carburant ou encore son aptitude à supporter la compression. Une **détonation** est une réaction de combustion extrêmement violente, qui produit une explosion. Ce n'est pas tant la quantité d'énergie libérée qui est importante, que la rapidité à laquelle elle est libérée, la puissance. Deux combustibles sont pris comme référence :

Le n-heptane qui a un pouvoir antidétonant très faible, a reçu l'indice 0.

Le iso-octane qui a un pouvoir antidétonant très élevé, a reçu l'indice 100.

Le propane et le butane ont un pouvoir antidétonant assez élevé. C'est le rapport entre deux carburants étalons : Le n-heptane (propice au cliquetis) et l'iso-octane. Les risques de cliquetis diminuent avec l'augmentation de l'indice d'octane.

1-5-1-J- Toxicité : les gaz GPL en général ne sont pas toxiques, ils ne sont dangereux que lorsqu'ils s'accumulent dans un lieu fermé. Dans ce cas ils occupent tout le

volume comme s'ils étaient seuls, éliminant tous les autres gaz, en particulier l'oxygène de l'air nécessaire à la respiration.

1-5-1-K- Odeur : les gaz GPL, en particulier le propane et le butane sont inodores à l'état pur. Cependant, pour des raisons de sécurité, ils doivent présenter une odeur caractéristique définie d'après les spécifications officielles. Cette odeur volontairement désagréable est obtenue par addition d'autres hydrocarbures appelés « Mercaptans ».

1-5-1-L- Influence sur les matières : les gaz GPL n'ont aucune action corrosive sur les métaux, ils n'attaquent donc pas les récipients qui les contiennent, par contre ils dissolvent certaines substances comme l'huile, la graisse, les vernis et provoquent un gonflement important du caoutchouc naturel.

Dans une installation fonctionnant au GPL, les joints, les membranes et les conduites souples doivent être fabriqués en caoutchouc synthétique. D'autre part il faut éviter de mettre les GPL en présence des huiles et des graisses.

1-6- UTILISATION DES GPL :

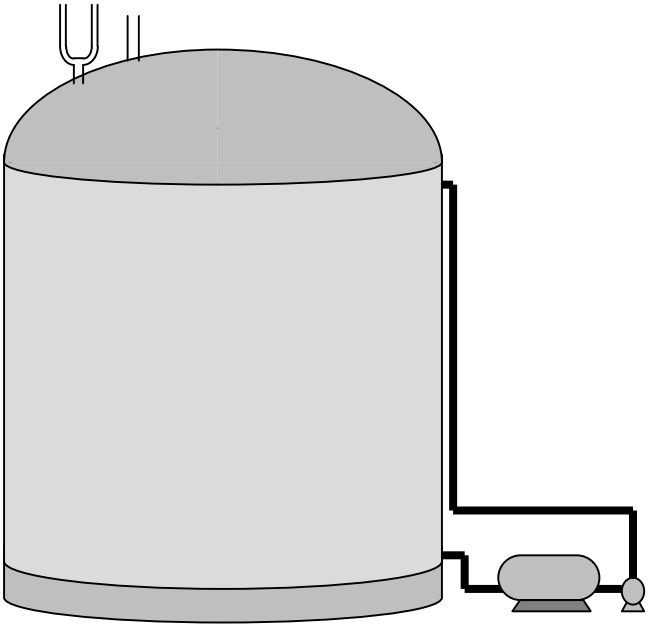
Les utilisations GPL sont très nombreuses, elles peuvent être classées en :

- Utilisation domestiques.
- Utilisations collectives.
- Utilisations agricoles.

1-7- STOCKAGE DES G.P.L

Selon leurs caractéristiques Physico-chimiques, Les GPL sont stockés dans des réservoirs spéciaux (Sphère et Cigare) [04] :

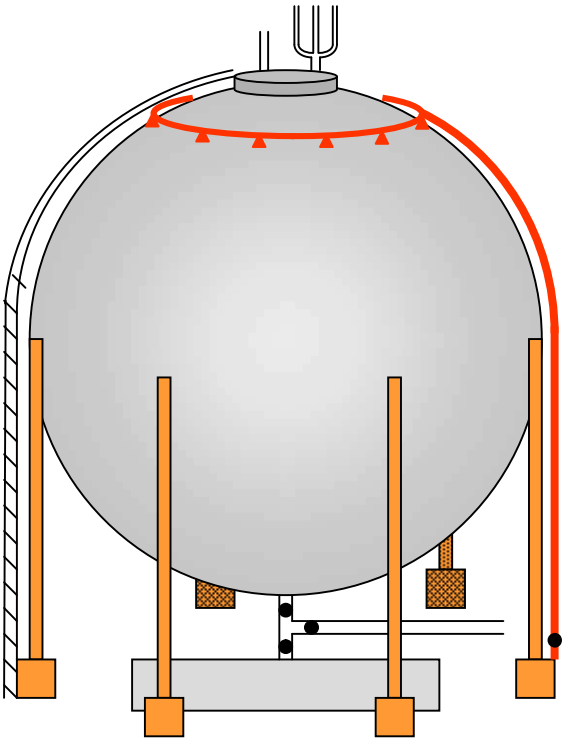
1-7-1- Reservoirs Cryogenique: [04]



Produits / Catégorie :
Gaz liquéfiés réfrigérés / A1
Etat :
Diphasique
Volume :
jusqu'à 10 000 m^3
Sécurité incendie :
- Soupapes atmosphériques
- Dans certains cas, soupapes raccordées au réseau torche
- Calorifuge (protection contre le rayonnement thermique)

Fig I-1 Réservoir Cryogénique

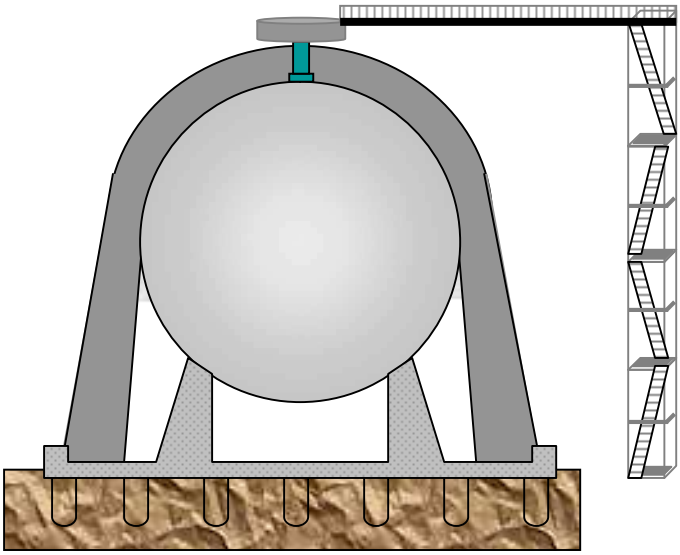
1-7-2- Réservoir Sphérique: [04]



Produits / Catégorie :
Gaz liquéfiés sous pression / A2
Etat :
Diphasique
Volume :
500 à 3 500 m^3
Sécurité incendie :
- Soupapes atmosphériques
- Dans certains cas, soupapes raccordées au réseau torche
- Couronne de pulvérisation d'eau pour le refroidissement (ou mixte eau/mousse)
- Injection pied d'eau (substitution de la fuite de gaz)

Fig I-2 **Réservoir Sphérique**

1-7-3- Réservoirs Sphérique sous talus : [04]

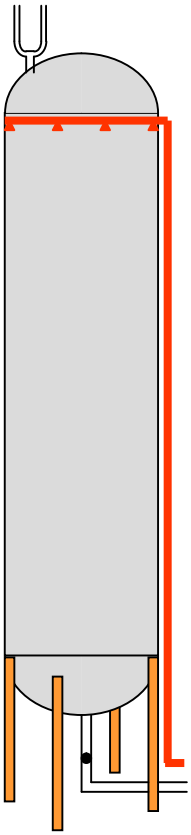


Produits / Catégorie :
Gaz liquéfiés sous pression / A2
Etat :
Diphasique
Volume :
500m^3 à 3 500 m^3
Construction :
Socle en béton avec remblai de sable et talus en « Texsol »
Avantages :
- Protection thermique
- Protection mécanique

Limite le risque de BLEVE

Fig I-3 **Réservoirs Sphérique sous talus**

1-7-4- Réservoirs Cylindrique vertical : [04]



Produits / Catégorie :
Gaz liquéfiés sous pression / A2
Etat :
Diphasique
Volume :
quelques m^3 à 300 m^3
Sécurité incendie :
- Soupapes atmosphériques
- Dans certains cas, soupapes raccordées au réseau torche
- Couronne de pulvérisation d'eau pour le refroidissement (ou mixte eau/mousse)
- Injection pied d'eau (substitution de la fuite de gaz)

Fig I-4 Réservoir cylindrique vertical

1-7-5- **Réservoir Cylindrique Horizontal :** [04]

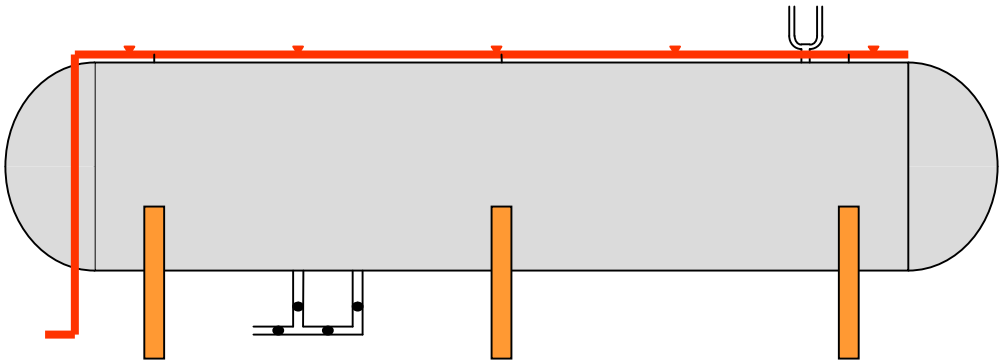


Fig I-5 **Réservoir Cylindrique Horizontal**

Produits : Gaz liquéfiés sous pression / A2
Etat : Diphasique
Volume : De quelques m^3 à 300 m^3
Sécurité incendie :

- Soupapes atmosphériques et/ou raccordées au réseau torche
- Rampe de pulvérisation d'eau pour le refroidissement (ou mixte eau/mousse)
- Injection pied d'eau (substitution de la fuite de gaz)

CHAPITRE II : LA PREVENTION DES RISQUES LIES AUX STOCKAGES DU GPL

2-1 DANGERS DES G.P.L :

2-1-1- Vaporisation :

La densité à l'atmosphère du GPL liquide provoque la vaporisation à des températures très basses. Les parties métalliques se recouvert d'un bloc de glace ainsi que le dépôt d'une couche de givre sur le sol.[05]

2-1-2- Changement d'état du GPL :

A la pression atmosphérique et température ambiante le GPL est à l'état gazeux. Mis sous pression, il revient à l'état liquide.

Le GPL liquide mis à l'atmosphère libère 250 à 300 fois son volume (1m3 de GPL liquide peut contenir 250 à 280 m3 de gaz).[05]

2-1-3- Inflammabilité du GPL :

Suite à une fuite, le GPL liquide s'évapore, les vapeurs du GPL plus dense que l'air se propage au niveau du sol et s'accumulent aux points les plus bas. Elles peuvent donc se déplacer à une distance considérable sans pour autant que leur concentration dans l'air diminue. Le cumul de ces vapeurs sur la surface contaminée présente les mêmes dangers d'inflammabilité qu'au niveau de la fuite.

La couche de vapeur peut être désagrégée par ventilation naturelle (vent à une vitesse de 20 à 30 Km/h) ventilation forcée ou par jet d'eau.

Le contact de la peau avec le givre provoque des brûlures graves. L'accumulation du GPL au contact d'une source quelconque (échappement véhicule, objet métallique chaud, frottement mécanique etc…) s'enflamme.

La flamme s'étendrait sur périphérie et revient jusqu'à la source de fuite en formant une « boule de feu » (Cas d'un VCE).

Le pouvoir de chauffe est très rapide, à quantité égale à celle du gaz naturel, le dégagement calorifique du GPL est supérieur.

En cas d'incendie, le matériau constituant les équipements ne peut résister aux fortes températures.

Une vanne d'isolement fuyarde ou laissée ouverte permet un passage d'air qui se mélange aux vapeurs de gaz. La proposition de ce mélange idéale à la combustion engendre l'inflammation ou l'explosion en présence d'une source d'ignition quelconque (Cas d'un BLEVE).

Elle est considérée comme atmosphère explosive toute zone ou les vapeurs GPL mélangées à l'air sont comprises dans la limite d'inflammabilité.

Pour le Butane : entre 1,5 et 8,6 %.

Pour le Propane : entre 2 et 9,6 %.

Il y a lieu d'insister cependant sur deux points particuliers :

Leur densité supérieure à celle de l'air.

Leur limite inférieure d'inflammabilité très basse.

Il faut se rappeler qu'une nappe de gaz reste dangereuse tant que la concentration tombe en dessous de la L.I.I.

On prendra toutes mesures utiles pour éviter leur accumulation dans les égouts, caves etc.…

L'interdiction de fumer sera de règle absolue. La production d'étincelles ou de flammes devra être soigneusement évitée.[05]

2-2 LES MESURES PREVENTIVES :

Afin de prévenir et limiter les fuites des produits inflammables stockés susceptible de conduire à un accident il y a lieu :

- De protéger les équipements susceptibles de contenir de tels produits contre, les agressions mécaniques, la corrosion et le gel.
- De prévenir les sur remplissages par la mise en œuvre de procédures et de détections de niveau haut et très haut redondées de manière indépendante entraînant automatiquement, le cas échéant, la mise en sécurité des installations (fermeture des vannes, arrêt des pompes et compresseurs, ...).
- De prévenir les surpressions par des dispositifs limiteurs de pression correctement dimensionnés et des détecteurs de pression haute, entraînant automatiquement la mise en sécurité des installations.
- Disposer des détecteurs d'atmosphère explosive.
- Disposer de soupapes de sécurité.

- Installer un système de paratonnerre pour la protection de l’installation contre la foudre.
- Les réservoirs doivent être soigneusement mis à la terre.
- Pour prévenir l’inflammation d’une éventuelle atmosphère explosive, il y a bien sûr lieu, notamment :
- d’employer des matériels adaptés aux atmosphères explosives,
- de soumettre les travaux par point chaud à la délivrance d'un permis de feu et à la mise en œuvre de toutes les précautions nécessaires,
- bien évidemment d’interdire de fumer dans les zones susceptibles d’être explosives et même, sauf nécessité justifiée, d’interdire le port et la mise en œuvre de toute source d’inflammation potentielle.
- Malgré tout, il est nécessaire d’envisager le cas où une situation dégradée est matérialisée.
- Il convient alors de donner l’alarme au plus tôt. On conçoit que la mise en place de détecteurs de fumées ou de flammes judicieusement disposées contribuent à permettre l’activation rapide d’une alarme.
- En cas d’incendie, il y a lieu de prendre les mesures suivantes :

Protéger thermiquement le réservoir par un écran liquide et retarder ainsi l’échauffement du produit qu'il contient.[05]

Chapitre III: Les causes et les effets d’un BLEVE.

3-1- DEFINITION

BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion, ou Vaporisation explosive d’un liquide porté à ébullition.

Le BLEVE peut-être défini comme la **vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d’un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d’ébullition à la pression atmosphérique.**

Tous les stockages de gaz liquéfiés sous pression sont susceptibles d’être le siège d’un BLEVE. En effet, le BLEVE est associé avant tout à un changement d’état à caractère explosif, et non à une réaction de combustion. Aussi, il n’est pas nécessaire que le produit concerné soit inflammable pour parler de BLEVE.

Les effets d’un BLEVE sur l’environnement se manifestent généralement de trois manières :

- **Effets de pression** : propagation d’une onde de surpression,
-**Effets missiles** : projection de fragments à des distances parfois très importantes,
-**Effets thermiques :** dans le cas d’un BLEVE de gaz liquéfié inflammable, rayonnement de la boule de feu. [10]

3-2- THEORIE

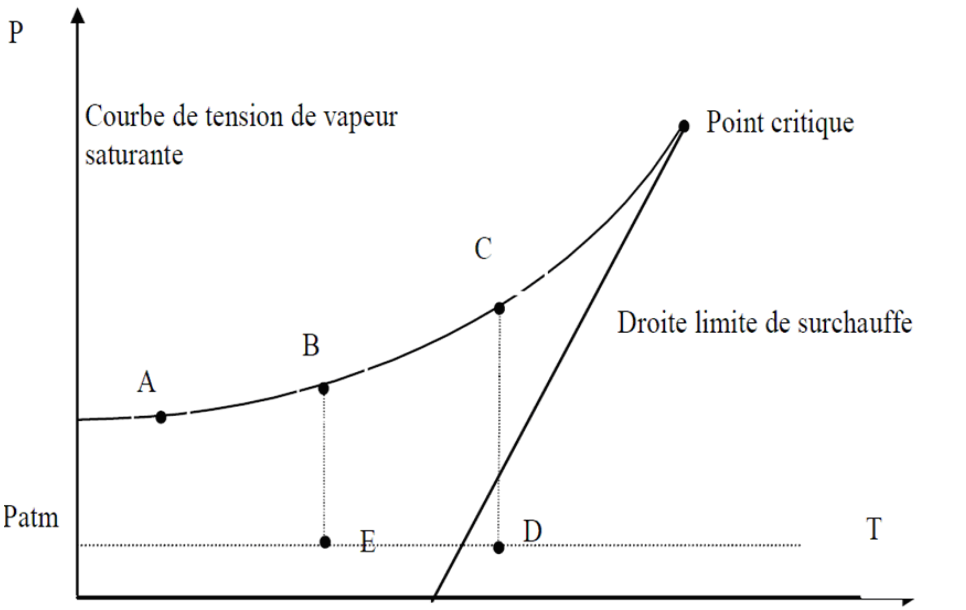
La théorie du BLEVE fait appel à la notion de température limite de surchauffe (TLS). Lorsqu'on transfère, à pression donnée, de la chaleur à un liquide, celui-ci subit une augmentation de température, jusqu'à atteindre son point d'ébullition et à former des bulles de vapeur qui se développent sur les sites actifs que sont les impuretés et les interfaces avec les parois. Lorsqu’il n'y a pas suffisamment de sites de nucléation dans le liquide, le point d'ébullition peut être dépassé sans qu'il n'y ait d'ébullition. Dans ce cas, le liquide est dit surchauffé.

Il existe cependant une limite de température, à une pression donnée, au-delà de laquelle se développent des bulles de vapeur dans tout le liquide, même en l'absence de sites de nucléation. Cette limite est la température limite de surchauffe.

Considérons, un gaz liquéfié pur à l’équilibre thermodynamique dont l’état est présenté par le point A. Si on lui fournit de la chaleur, le point représentatif de son état se déplace sur la courbe de vapeur saturante jusqu’à rejoindre le point B. Le gaz peut alors passer, par dépressurisation brutale, à l'état représenté par le point E en restant, au moins

momentanément, surchauffé, à l'état liquide avant de se vaporiser plus ou moins rapidement. En revanche, un gaz dont l'état est représenté par le point C de la courbe de tension de vapeur, qui est dépressurisé brutalement à la pression atmosphérique (point D) subit une vaporisation homogène, rapide et totale à caractère explosif, car il ne peut subsister à l'état liquide à une température supérieure à sa température limite de surchauffe. [10]

Fig III-1 Courbe de tension de vapeur saturante et de droite limite de surchauffe

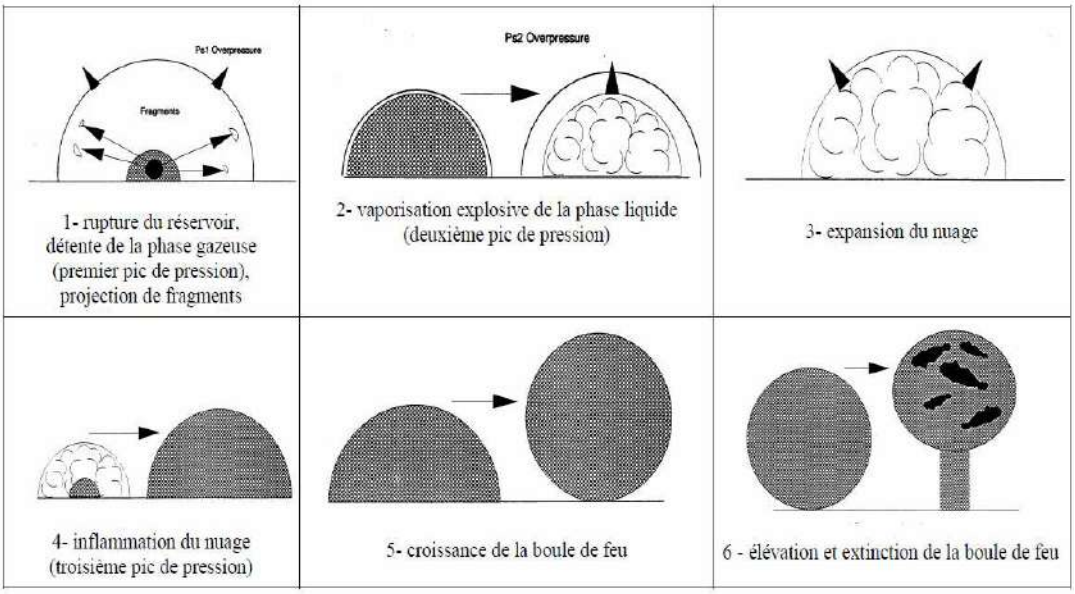


La notion de BLEVE froid ou chaud se réfère uniquement à la température limite de surchauffe (TLS) du produit :

- la transformation B-E, qui se produit **en dessous de la température limite de surchauffe à pression atmosphérique,** est généralement appelée **« BLEVE froid ».**

- la transformation C-D, qui se produit **au-dessus de la température limite de surchauffe à pression atmosphérique,** est généralement appelée **« BLEVE chaud ».** [10]

Fig III-2 Etapes de développement d'un BLEVE « chaud » (d'après S. Shield, 1993)



Dans le cas d'un BLEVE « froid », les effets thermiques sont produits à la fois :

- par le rayonnement de la boule de feu (de taille plus réduite qu'en cas de BLEVE « chaud »),
- par le rayonnement d'un feu de nappe si une flaque se forme au sol.

Le pouvoir émissif du feu de nappe étant deux à trois fois inférieur à celui de la boule de feu, on admet que les effets thermiques produit par un BLEVE « froid » sont inférieurs à ceux produits par un BLEVE « chaud ». Ce point est vérifié lors des essais expérimentaux. [09]

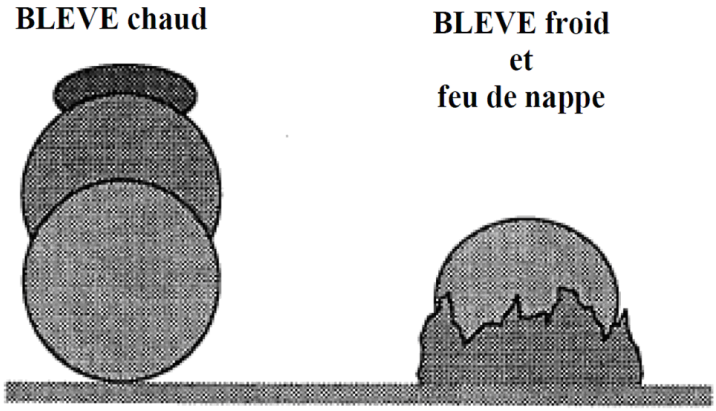


Fig III-3 le type de BLEVE d'après S. Shield, 1993

3-3- CAUSES – REALITES PHYSIQUES

Sur un dépôt de GPL, un BLEVE peut être observé pour 5 types de réservoirs :

- BLEVE d'une sphère,

- BLEVE d'un wagon citerne,

- BLEVE d'un camion citerne,

- BLEVE d'un petit réservoir vrac (réservoir cylindrique),

- BLEVE d'une bouteille.

Les causes d'un BLEVE [10]

Trois principales causes du BLEVE ont été identifiées, dont deux sont liées à des agressions externes :

- un impact mécanique,

- une agression thermique (feu torche ou feu de nappe)

- le surremplissage du réservoir.

Nature du réservoir	Impact mécanique	Agression thermique	Surremplissage du réservoir
Sphère	BLEVE « froid »	BLEVE « chaud » ou « froid »	BLEVE « froid »
Wagon citerne*		BLEVE « chaud »	
Camion citerne*		BLEVE « chaud »	
Réservoir petit vrac (cylindre)		BLEVE « chaud » ou « froid »	
Bouteille		BLEVE « chaud »	

* sans soupape

L'impact mécanique ne peut conduire qu'à la formation d'un BLEVE « froid », car il n'y a pas d'échauffement du réservoir qui pourrait augmenter la température du GPL contenu au-delà de la TLS.

Une agression thermique (feu torche, feu de nappe) peut engendrer les deux types de BLEVE, selon que la rupture se produit à une température inférieure ou supérieure à la TLS.

Les conditions à la rupture dépendent en particulier de la présence ou non de soupapes. En théorie, les réservoirs sans soupape ne peuvent conduire qu'à un BLEVE

« chaud », car à la pression d'éclatement du réservoir (de l'ordre de 20 à 30 bar) la température est supérieure à la TLS. En pratique, le type de BLEVE dépend également de la mécanique de la rupture, qui est un paramètre totalement inconnu a priori.

En cas de **surremplissage du réservoir,** une montée en température entraîne la dilatation du liquide à l'intérieur, qui peut aller jusqu'à la disparition complète de la phase gazeuse : c'est le phénomène de **plein hydraulique.** La pression monte alors extrêmement rapidement dans le réservoir et entraîne sa rupture, mais la température peut être encore bien plus basse que la TLS à pression atmosphérique. Dans ce cas, le phénomène est un BLEVE « froid »[10].

3-4- Évaluation quantitative

- Calcul de la masse de produit en jeu

Selon HASEWAGA et SATO, lors du B.L.E.V.E., le taux de vaporisation F « Taux de FLASH » (quantité de produit liquéfié subissant une évaporation explosive) est toujours élevé, la masse de la boule de feu sera toujours égale à la masse initiale de liquide dans le réservoir [04].

Néanmoins, il apparaît de manière plus conforme à la réalité que:

- si F > 36 % ⟶ mb / mi = 1 tout le liquide est entraîné dans la boule de feu
Masse réagissante = Masse totale mi = mb

- si F < 20% ⟶ mb / mi = f / 100 la totalité du liquide brûle au sol peu de vaporisation boule de feu égale à la masse de vapeur

- si 20%<F <36% ⟶ mb / mi = f / 36 est interpolé linéairement entre 20% et 36% la fraction de liquide étant alors entraîné dans la boule de feu. Masse Réagissante = X% de la Masse initiale (≅ 10%)

mb = masse de la boule de feu

mi = masse initiale de liquide dans le réservoir

F = taux de FLASH

- Le reste des vapeurs se transforme en aérosol

- Emission de projectiles (étude balistique)

- Onde de choc effet de pression, (équivalent TNT)

- Détente soudaine et vaporisation flash d'une partie importante du produit

- Inflammation du mélange gaz / air : Flux Thermique ➸Boule de Feu

➸Feu au sol

3-4-1- Masse De La Boule De Feu:

Lors du BLEVE, le taux de vaporisation étant toujours élevé, la Masse de la boule de feu sera toujours égale à la quantité de liquide dans le réservoir. taux de Flash > 36% ⇒ Masse réagissante = Masse totale. (voir taux de Flash)

Lors d'un U.V.C.E. la masse réagissante = 100 % de la masse relarguée.

Lors d'un B.O. la masse réagissante = 3 % de la masse initiale [04].

3-4-2- Diamètre de la Boule de Feu (formule Officiel GESIP)

- $Dmax = 6{,}48\ M^{0{,}325}$ ……(3-1)
- $Rmax = 3{,}24\ M^{0{,}325}$ ……(3-2)

D : Diamètre en mètre

M : Masse de la Boule de Feu en kg (fonction du taux de flash) [04].

3-4-3- Durée De Combustion Et Hauteur D'élévation De La Boule De Feu:

$$t = 0{,}852\ M^{0{,}26} \quad \text{……(3-3)}$$

t = en secondes

M = Masse de la boule de feu en Kg

$$H(m) = 0{,}5 \times D \quad \text{……..…(3-4)}$$

3-4-4- Flux Thermique Radiant De La Boule De Feu

Le flux thermique radiant varie de: $100 < Q_{rad}\ (kW / m^2) < 300$

La valeur moyenne est $\Phi = 200\ kW / m^2$

Φ = flux à la surface de la boule :

- 105 kW / m^2 pour les liquides
- 544 kW / m^2 pour les gaz

3-4-5- Effets Thermique Au Sol Et Distance De Sécurité

Dg: limite de danger létal Dg=1,26xD ……..(3-5)

Rf : distance à laquelle les effets du rayonnement sont considérés comme suffisamment faible

Rf=2xR ……..(3-6)

3-4-6- Effets Des Radiations Thermiques [04]**:**

Les distances d'isolement sont fonction de la capacité du réservoir. Pour les constructions et voies extérieures elle est égale à :

- distance correspondant au seuil de létalité $d= 3.12\ M^{0.425}$ …….(3-7)
- distance correspondant au seuil des brûlures significatives $d= 4.71\ M^{0.405}$ …….(3-8)

3-4-7- Effets Du Surpression [04]**:**

- distance correspondant au seuil de létalité $d= 3.48\ M^{1/3}$ ……....(3-9)
- distance correspondant au seuil des brûlures significatives $d= 8.7\ M^{1/3}$ …….(3-10)

CHAPITRE IV : ACCIDENTOLOGIE - RETOUR D'EXPERIENCE

4-1- GENERALITES

L'analyse des accidents passés joue un rôle fondamental dans l'analyse des risques à de nombreux titres :

• Elle permet d'identifier a priori les incidents ou accidents susceptibles de se produire à partir :

- Des accidents ou incidents s'étant déjà produits sur le site étudié,
- Des accidents survenus sur des installations comparables à celles étudiées.

• Elle met en lumière les causes les plus fréquentes d'accident et donne des renseignements précieux concernant les performances de certaines barrières de sécurité.

• Elle constitue une base de travail pertinente pour l'analyse des risques qui devra identifier a priori des scénarios d'accidents.

Cette analyse porte à la fois sur les incidents et accidents survenus sur les installations étudiées ou sur des installations similaires.

Pour avoir une idée des risques inhérents en pratique, aux stockages des GPL, il nous a apparu être instructif d'effectuer une recherche bibliographique relativement aux accidents ayant impliqués ce type d'installations.

Ainsi, nous avons tiré du fond documentaire de NAFTAL, un ensemble d'incidents que j'ai jugé pertinent dans le cadre de mon étude.

J'ai aussi, recensés quelques accidents dans la base de données ARIA du BARPI (Bureau d'Analyses des Risques et Pollutions Industrielles).

4-2- INCIDENTS / ACCIDENTS SURVENUS DANS LES UNITES NAFTAL GPL :

- 03/07/2003 Centre emplisseur de O/SLY(Chelf) : déversement important du produit , les joints de raccordement du bras de dépotage de la citer ne ont cédés. L'accident est du à la déchirure du joint, au mauvais fonctionnement du clapet et à un mauvais serrage des boucles.
- 2004 SBA mini centre emplisseur : cisaillement manchette bras de dépotage.

- 2004 centre emplisseur El’eulma (Setif) : début d’incendie au niveau du bras de chargement.
- 2004 mini centre emplisseur Mascara : début d’incendie au niveau carrousel, suite à la rupture de la chaîne.
- 2004 centre emplisseur Arew (Oran) : flash et début d’incendie carrousel.
- 2005 centre emplisseur Relizane : flash suivi d’incendie dus à l’inflammabilité des GPL au local de réepreuve.
- 2005 Centre emplisseur Touggourt : fuite de gaz à la canalisation GPL.
- 2006 Centre emplisseur HMD Algérie : fuite de gaz au niveau du manomètre de pression de la citerne S190.

4-3- INCIDENTS ET ACCIDENTS SURVENUS A L’ETRANGER

- 1966 Accident de FEYZIN (RHONE-ALPES) :

Explosion dans la raffinerie Phénomène du BLEVE (explosion de gaz liquéfié sous pression).Lors de la prise d’échantillon sur la sphère de propane, une fuite s’est répandue vers l’autoroute bordant l’installation. Une voiture passant, l’étincelle provoqua un retour de flamme et un feu de jet sous le réservoir - 17 morts et 84 blessés et beaucoup dégâts matériels.

- 07/07/1951 - ETATS UNIS - PORT NEWARK

Dans une aire de stockage de propane, la rupture d'une tuyauterie provoque un incendie. Un défaut de fonctionnement de la vanne d'isolement interne du réservoir relié à la canalisation du réservoir provoque son explosion 15 minutes plus tard. Les 69 autres cuves présentes sur le site explosent (BLEVE) dans les 100 minutes suivantes. L'intervention des pompiers est rendue délicate, le système de fourniture d'eau ayant été mis hors service par un projectile. 11 personnes sont blessées.

- 12/03/1959 - ETATS UNIS - BRINKLEY

Le chauffeur d'un camion-citerne de G.P.L. déplace son véhicule en oubliant de déconnecter le tuyau de transfert. Le gaz s'enflamme et provoque la destruction par BLEVE de 3 réservoirs de propane de contenance inférieure à 60 m3. Une personne est tuée et les dommages matériels sont considérables.

- 24/07/1952 - KANSAS (Etats-Unis)

Une fuite se produit au niveau de la soupape d'un réservoir de GPL. Le nuage formé est allumé par un véhicule voisin et explose (VCE). Deux personnes sont tuées.

- 18/10/1954 - PORTLAND (Etats Unis)

À la suite de la rupture d'une ligne de soupape de GPL, une fuite se produit sur une distance de 60 mètres et provoque une explosion (UVCE). Les installations voisines sont endommagées.

- 22/10/1956- COTTAGE GROVE (Etats-Unis)

À la suite d'une rupture d'un niveau à glace, un "BLEVE" détruit un réservoir de stockage de GPL. 12 personnes sont tuées et 40 sont blessées. L'installation est détruite.

- 28/05/1959 - MC KITTRICT (Etats-Unis)

Un "BLEVE" détruit un réservoir de stockage de GPL alors que l'on vient, 10 minutes plus tôt, de procéder à sa purge d'eau. Un fragment de 4 tonnes est projeté à plus de 700 m.

35 minutes plus tard, six (06) réservoirs principaux sont à leur tour détruits par des "BLEVE". 2 personnes sont blessées.

- 01/01/1969 - (Etats-Unis)

Un wagon-citerne de GPL s'enflamme après qu'une conduite de gaz ait été endommagée. Les pompiers s'attachent à protéger les bâtiments situés autour du wagon en feu sans le refroidir lui-même. Au bout de 45 minutes, la citerne explose. Une partie du cylindre est projetée à 275 mètres en tuant 11 personnes qui se trouvaient sur sa trajectoire.

- 22/07/1970 - PERPIGNAN

Au cours du dépotage d'un wagon-citerne de 45 t de propane, un flexible se rompt près de la vanne du wagon et provoque une fuite très importante. Il y a formation d'un brouillard constitué de gaz et de gouttelettes. Le gaz s'enflamme au passage d'une locomotive. Ses 2 occupants décèdent de leurs brûlures. Le propane liquide alimente le feu qui enveloppe le wagon. Malgré les efforts des pompiers et du personnel, le wagon explose et provoque d'importants dégâts aux environs. 2 gazomètres endommagés par l'explosion brûlent. Le bilan s'établit à 2 tués et 49 blessés. Les personnes sont évacuées dans un rayon de 450 m. La distribution de gaz est interrompue pour 20 000 abonnés.

- 30.03.1972 - DUQUE DE CAXIAS (Brésil)

Une sphère de GPL "BLEVE" 20 minutes après avoir été purgée. Un fragment de 50 tonnes est projeté à 950 mètres. 37 personnes sont tuées et 53 sont blessées. Le montant des dommages s'élèvent à 12,3 M$.

- 05/07/1973 - ETATS UNIS - KINGMAN

Une légère fuite est repérée lors du dépotage d'un wagon contenant 75 m3 de G.P.L. L'un des deux opérateurs tente de resserrer les vannes en utilisant un outil en aluminium qui pourrait être la cause de l'inflammation du gaz. Il meurt brûlé vif ; l'autre gravement brûlé, donne l'alerte. Les pompiers n'arrivent qu'après 25 min. De grandes flammes s'échappent du wagon. Les pompiers tentent de le refroidir mais ce n'est pas suffisant et un BLEVE se produit. La moitié du wagon est projetée à 365 m. Une boule de feu de 45 à 60 m de diamètre est observée. 5 bâtiments sont en feu. 12 pompiers meurent brûlés. 95 personnes sont blessées. Des débris mettent le feu à une usine, à un restaurant et à un magasin. Les incendies sont maîtrisés au bout de 8 h 00.

- 16/09/1974 - 57 - HAUCONCOURT

Se produit au poste 35 kg où le gaz explose. Une partie de la toiture et du bardage du hall est soufflée. A 17h20, l'incendie est éteint. Selon l'exploitant, les pinces fonctionnent sur pression d'air i.e. l'arrêt des compresseurs n'a permis qu'un décrochement lent de la pince avec coupure différée de l'arrivée de produit; idem pour les vannes à gaz et les robinets des bouteilles : le gaz rejeté s'est accumulé dans l'atelier, l'évacuation vers l'extérieur n'étant plus possible du fait de l'arrêt des ventilateurs. La source d'ignition pourrait être due à un choc métallique (pince/ bouteille ou bouteille/ charpente de la chaîne) ou à l'électricité statique. Les mesures prises sont notamment la mise en place d'un réservoir d'air visant à augmenter l'autonomie des pinces, l'alimentation électrique séparée des compresseurs et des ventilateurs (maintenues sur arrêt auto), des exercices pour le personnel.

- 22/12/1975 - 71 – MACON

Une explosion se produit un lundi matin à la reprise du travail dans un dépôt de GPL équipé d'un hall d'emplissage. Selon la configuration des lieux, l'installation électrique se situe dans l'atelier d'entretien qui contient également les compresseurs d'air, à environ 70 m du bâtiment d'emplissage. Les liaisons avec le local sont assurées via un caniveau souterrain recouvert de dalles béton. Le hall d'emplissage est équipé en particulier d'un dispositif de récupération de produit dans les bouteilles (suite à surremplissage ou pour remplacement du robinet) composé

d'un réservoir (1 m³), maintenu en dépression par les compresseurs GPL, dans lequel s'écoule le produit via une tuyauterie en acier terminée par un flexible. Cette dernière comporte un robinet à boisseau conique (ancien, doute sur l'étanchéité). Selon l'analyse de l'exploitant, le vendredi avant l'accident, le flexible s'est rompu et le butane contenu dans le réservoir s'est écoulé pendant le week-end via la brèche. Il s'est répandu sur le sol, compte-tenu de la température voisine de 0°, le gaz est resté en phase liquide, pour atteindre le caniveau dans lequel il a cheminé, jusqu'au local électrique. Le lundi matin, à la remise en service du centre, l'enclenchement des contacteurs a provoqué l'explosion et l'incendie qui a suivi a été rapidement maîtrisé avec un extincteur à poudre. Sur les 15 personnes se trouvant dans l'atelier au moment de l'accident, 8 sont légèrement blessées dont 2 hospitalisées pour quelques jours. Les dégâts matériels se situent dans le local entretien : tableau électrique détruit, murs du bâtiment déformés, toiture soufflée. A la suite de l'accident, l'exploitant propose d'isoler les buses ou caniveaux contenant les gaines électriques à leurs 2 extrémités, à l'aide par exemple de bouchons de plâtre, de manière à éviter la propagation de gaz vers les locaux susceptibles de provoquer une inflammation.

- 30/05/1978 TEXAS CITY (ETATS-UNIS)

Vers 2h du matin, dans une zone de stockage de GCL (gaz chimiquement liquéfié) de l'unité d'alkylation d'une raffinerie (3 sphères, 4 cylindres verticaux et 5 cylindres horizontaux), une sphère de 800m3 d'isobutane est sur-remplie (de même qu'un des cylindres verticaux) à partir d'un pipeline et se fissure le long d'une ligne de soudure.Très rapidement la fuite s'enflamme et un feu de chalumeau est allumé à la source. Moins d'une seconde après, la sphère blève et une énorme (mais dimension non connue) boule de feu se forme : la sphère se rompt en 3 morceaux principaux projetés dans 3 directions (distance maximale : 80m). La soupape est projetée à 120 m dans une unité gaz, ou elle endommage un échangeur à tubes, provoquant un incendie généralisé de l'unité.

Des cylindres verticaux et horizontaux blèvent tour à tour ; 20secondes après la première, une seconde sphère de 800m3 d'un mélange butane-butylène (butène) BLEVE et génère une boule de feu d'environ 335*200 m. des fragments sont projetés à 190 m et une soupape à 500m . les explosions se poursuivent jusqu'à 6h.De nombreux autres effets missiles sont constaté : certains de provoquent de gros dégâts voire des effets dominos dans les autres unités ou les matériels de protection (destruction d'une réserve d'eau et d'une pompe incendie par un fragment de la 2éme sphère). Des effets thermiques important sont rapportés (selon un témoin, effets moins intense pour le 2éme sphère que pour la 1 ère). Des vitres situées face au

sinistre sont brisées jusqu’à 3.5 km. L’incendie généralisé nécessite plus de 12 h d’intervention.Au final, seul 1 réservoir vertical cylindrique n’a pas explosé ; il sera retrouvé renversé à quelques mètre. 7 employés sont tués et 10autres blessés.

- 20/11/1978 - NOYELLES-SUR-SELLE

Une fuite de propane liquéfié se produit sur une citerne routière de 50 m3 approvisionnant le dépôt d'une usine textile. La fuite est due à la rupture d'un filetage sur un double clapet permettant de raccorder le pistolet au flexible. Le clapet se ferme, mais le pistolet tombe alors que l'opérateur s'est éloigné et ne surveille pas le dépotage. Une fuite se prolonge quelques dizaines de secondes avant la fermeture du pistolet. Une nappe se forme sur 20 m autour du dépôt. Un emballement du moteur diesel du camion, malgré la coupure du carburant, allume le nuage. Le chauffeur brûlé au dos ferme la vanne de dépotage de la citerne depuis la cabine. L'incendie est rapidement maîtrisé par les pompiers.

- 18/12/1978 - PAYS BAS - NIJMEGE

Dans une station-service, une petite fuite se produit sur les lignes de transfert reliant une cuve de stockage à un camion-citerne de G.P.L. en cours de livraison (début à 8 h 20). La fuite s'enflamme sur un point chaud du moteur du camion. Le chauffeur et le pompiste tentent en vain d'éteindre le feu alimenté puis déclenchent l'alarme (8 h 24) et prennent la fuite. L'autoroute et la voie ferrée sont coupées. Les pompiers se postent au niveau des premières habitations (# 500 m). La citerne BLEVE (8 h 45). Une boule de feu d'environ 40 m de diamètre s'élève jusqu'à 25 m de haut (radiance estimée à 180 kW/m2 d'après les constats de dommages thermiques aux branches d'arbres). La calotte de fond de la citerne est projetée à 50 m et des brise-flots internes à 125 m.

- 08/05/1981 - ETATS UNIS - FORT WORTH

Au cours d’un transvasement de propane liquide d’un camion vers un réservoir souterrain, au restaurant Homestyle, un feu et une explosion font 2 morts et 4 blessés.

- 27/03/1984 - FEYZIN

Lors du déchargement d’un wagon-citerne de propane, une importante fuite se produit. Un épais brouillard gazeux rend impossible toute intervention pour fermer les vannes du wagon. Les services de secours internes arrivent 10 minutes après le début de l’accident. Ils sont suivis par les pompiers de la communauté urbaine de Lyon. Un arrosage abondant est pratiqué pour favoriser l’évaporation du propane (-44°C). Le vent disperse rapidement le nuage

gazeux. Celui-ci se dissipe dans l’enceinte de l’établissement. La teneur à l’extérieur est relevée bien inférieure à la limite inférieure d’explosivité. Les trois autres wagons prêts à être dépotés sont éloignés par un locotracteur. Le dégagement de gaz dure 1 h 15 min. au total (débit de 10 kg/s pendant 75 mn). Tout le contenu du wagon est rejeté. Par mesure de sécurité, la circulation routière est interrompue à proximité de l’établissement.

L’analyse de cet accident conduit aux causes suivantes.

L’ouvrier en charge du dépotage a raccordé la bride avec deux boulons seulement, alors que huit boulons sont nécessaires. L’ensemble de la manchette et de la bride s’est alors rompu, ce qui a engendré la fuite.

Sur les deux boulons utilisés, l’un a cassé (de longueur insuffisante, il ne tenait que par 2 filets), et l’autre est resté en place. Le joint Klingérite est retrouvé arraché.

Le crochet de rail (ridoir) a été enlevé par les pompiers à la fin de leur intervention. Ce crochet (ridoir), de principe mécanique seulement, ne comportait pas de câble pour son décrochage à distance, hors zone dangereuse, en cas d’urgence.

De plus, la mise à la terre n'a pas été réalisée.

Ces négligences entraînent la rédaction d'un procès-verbal. Cet accident aurait pu dégénérer étant donnés sa nature et l'environnement industriel et urbain du site. Il faut également noter l'impossibilité de manœuvrer d'urgence le clapet de sécurité.

- 19/11/1984 SAN IXUATEPEC, MEXICO, (MEXIQUE)

A environ 5h35 le 19 novembre 1984, un incendie majeur et une série d’explosions catastrophiques on lieu sur le terminal PEMEX GPL à San Juan Ixhuatepec, Mexico.

Trois raffineries approvisionnent le site tous les jours en GPL. Parce que la veille le site était quasiment vide, il se faisait alors approvisionner par une raffinerie à 400 km de là . deux grandes sphères et 48 cylindres étaient lors remplis à 90% et quatre petites sphères étaient à 50% pleines.

La salle de contrôle ainsi qu’une station de pompage remarquent une chute de pression. U ne canalisation de 8’’ entre une sphère et une série de cylindres s’est rompue. Cependant, les opérateurs ne parviennent pas à identifier la cause de la chute de pression. La fuite de GPL dure alors depuis 5 à 10 minutes lorsque le nuage de gaz, estimé à une surface de 200m*150m à 2m de haut se dirige vers une torchère. Le nuage s’enflamma générant une forte surpression. Plusieurs incendies se déclencher le bouton d’arrêt d’urgence.

Environ 15 minutes après le début de la fuite, un premier BLEVE a lieu. Durant l’1h30 qui suit, une série de BLEVE se produit.

L’importance des quantité impliquées, la rapidité du développement de l’accident, la proximité des habitations (les plus proches sont à 100 m environ des réservoirs) et le type de construction expliquent la gravité du bilan : officiellement 600morts et 7000 blessés, 39000 personnes évacuées et 4000 sauveteurs impliqués.

- 21/03/1988 - ROYAUME UNI - KINGS RIPTON (CAMBRIDGE)

Lors du remplissage de l'un des 4 réservoirs domestiques de G.P.L. d'un particulier, une fuite se produit et s'enflamme violemment. Un BLEVE se produit sur le réservoir, avec projection d'un fragment à 25 m transperçant le réservoir d'une maison voisine. Les 3 autres réservoirs sont évacués de leur contenu par la soupape, sans dommage. Une maison est détruite ainsi que 2 garages et les vitres de 3 maisons voisines.

- 29/08/1989 - ALLEMAGNE - STUTTGART

Lors de la vidange d'un wagon-citerne de gaz propane sur le territoire d'un dépôt de transbordement et de distribution, une explosion se produit lors d'une inspection de la TÜV : le directeur technique de la société n'a pas signalé au conducteur intérimaire du wagon-citerne que le gaz liquide se trouvant dans la citerne doit être vidangé en premier lieu, et que les gaz résiduels doivent être ensuite refoulés de la citerne à l'aide d'azote. Le conducteur du wagon de gaz rajoute de l'azote bien que 2 000 litres de propane se trouvent encore dans la citerne. Un mélange gazeux explosif se forme et explose dans l'air, suite à une étincelle due à un appareil de soudage situé à 20 m. Il y a 2 morts, 5 blessés et 2,72 MF de dégâts.

- 23/10/1989 - 36 - LE BLANC

Une fuite de 5 t de propane liquide se produit lors du transfert d'un wagon-citerne vers une sphère. La fuite est due à la défaillance d'un boîtier de rupture d'un bras de chargement ou 2 des 3 lames de rupture se sont rompues. La 3ème s'est pliée, empêchant les clapets de fonctionner normalement. Un nuage gazeux de 15 m de rayon se forme, empêchant toute intervention humaine. Au bout de 8 min, le contremaître rentre, sans protection, dans le nuage et tire sur la chaîne du ridoir stoppant ainsi l'écoulement. Trois détecteurs décèlent la présence de gaz. L'accident n'a eu aucune incidence visible sur l'environnement.

- 22/11/1989 - LOURMARIN

Une fuite se produit lors du transvasement d'un camion-citerne de propane. 10 personnes dans un foyer de jeunes sont évacuées. Un périmètre de sécurité est mis en place. La fuite est maîtrisée en 1/2 heure.

- 08/10/1990 - ROYAUME UNI - COOKLEY GREEN)

Lors d'une livraison de propane dans une maison individuelle, une vanne fonctionnant mal cède. Un nuage se forme, les maisons sont évacuées, l'alimentation électrique est coupée et la route est fermée. Le réservoir de propane est remorqué dans une citerne servant de décharge.

- 18/01/1991 - AUTIGNAC

Une fuite de propane se produit sur le camion d’un distributeur effectuant une livraison. EDF est obligé de couper le courant durant les opérations de dépotage.

- 29/10/1991 - ALLEMAGNE - KRAICHTAL-UNTERÖWISHEIM

Dans l'une des cabines de peinture d'une usine d'assemblage automobile, une fuite se produit sur une bride d'une cuve de stockage de gaz propane suite à une mauvaise manipulation du conducteur. Celui-ci a desserré 3 vis sur une bride qui n'est pas celle à utiliser pour le dépotage. L'opérateur s'aperçoit de son erreur. Il change de bride, mais oublie toutefois de resserrer la première bride. Le joint métallique de la bride se relâche, et une fuite de 5 600 kg de propane se produit. Les pompiers réalisent d'abord l'étanchement de la fuite par givrage.

- 07/04/1992 - ETAS-UNIS – BRENHAM

Une violente explosion se produit dans la campagne aux environs d'un site de stockage souterrain de gaz de pétrole liquéfiés (GPL). La cavité saline contient 60 000 m³ d'un gaz issu de la 1ère distillation du pétrole, composé principalement d'1/3 de propane, d'1/3 d'éthane, de 20 % de butane et isobutane, de 10 % de pentane et d'isopentane. Des feux sur une installation voisine de stockage d'extraction de pétrole et sur un pipeline de gaz liquéfié succèdent fait suite à l'explosion. Le sinistre n'est maîtrisé qu'au bout de 48 h. Les vibrations du sol transmises par l'explosion sont ressenties à 200 km. Le sismographe de Houston (d=100 km) enregistre une secousse de degré 3,5 à 4 sur l'échelle de Richter. D'après les éléments d'enquête, le gaz s'est échappé pendant 1 h puis le nuage ainsi formé s'est enflammé au contact d'un véhicule de passage. L'UVCE (en fait 3 à 4 explosions consécutives) provoque de

très gros dégâts : malgré la faible urbanisation, le bilan est de 3 morts et 19 blessés, les constructions sont endommagées sur 800 ha (zone brûlée sur 40 ha, 5 maisons détruites et 55autres touchées, vitres détruites sur 200 km), 75 bovins sont tués et 12 blessés. Le coût total est estimé à 9 M$. La fuite comprise entre 50 et 100 t de gaz, résulte d'un surremplissage de la cavité après défaillance des installations de sécurité permettant l'arrêt du remplissage.

- 18/08/1992 - ALLEMAGNE - LUDWIGBURG

Un réservoir de gaz propane devant être arrêté pour cause de sécurité est vidangé dans un camion-citerne. Lors de la connexion des flexibles de dépotage, une fuite de propane liquide se produit au niveau de la vanne d'angle de la conduite de vidange située sur le couvercle du réservoir. La fuite dure 30 min. Les pompiers ferment la vanne selon les instructions du personnel d'exploitation. La fuite de gaz est attribuée à l'ouverture de la vanne d'angle de la conduite de vidange, ouverture réalisée par erreur par le conducteur du camion-citerne travaillant dans la cuve de rétention du réservoir. Il y a un blessé et 0,6 kF de dommage matériel.

- 21/01/1993 - CARQUEIRANNE

À la suite d’une rupture de frein, une voiture particulière heurte la citerne d’un camion effectuant une livraison chez un particulier. La citerne contient 2 000 litres de propane. Un nuage de gaz se dégage. Une odeur caractéristique peut être décelée à des centaines de mètres. Une quinzaine de pompiers interviennent et un périmètre de sécurité est établi. Une société spécialisée pompe le gaz restant.

- 26/12/1994 - LE PORT - Ile de la Réunion

Dans le port, une fuite de gaz se produit lors du déchargement d'un navire. Un clapet de rupture APC installé par sécurité en cas de forte houle s'est déconnecté (rupture de 2 des 3 goupilles). Le mouvement des 2 boîtiers a toutefois permis le fonctionnement des deux clapets. Ainsi seuls quelques kilogrammes de butane en phase liquide se sont échappés. Le personnel de quart a pu fermer le clapet hydraulique prévu ainsi qu'une vanne manuelle. La montée en pression du refoulement des pompes a causé leur arrêt et la fermeture des vannes de sécurité. La rupture des goupilles serait due à la trop grande sollicitation de la connexion flexible/clapet, générée par la raideur du flexible. Ce dispositif est source d'aggravation du risque.

- 23/02/1995 - ETAULIERS

Une fuite de gaz se produit sur un camion-citerne contenant 6 tonnes de propane, en cours de livraison. Une nappe de gaz se forme sous le véhicule et se propage jusqu’à une chaudière allumée. La citerne prend feu. Le chauffeur éloigne son véhicule des habitations voisines. Les secours évacuent le quartier. Un très large périmètre de protection est mis en place autour de la citerne. Sous l’effet de la chaleur, une seconde fuite se produit sur une durite. Le sinistre est rapidement maîtrisé et les fuites colmatées. Les secours refroidissent la citerne pour éviter les risques d’explosion. Le véhicule est ensuite évacué sous escorte jusqu’au dépôt du propriétaire.

- 06/05/1995 - LYON

Dans un port fluvial, la mise en place de 4 nouveaux wagons de butane sur un faisceau provoque le déplacement de 2 wagons en attente. Les 2 wagons poussent un sabot de freinage sur une longueur importante puis heurtent un dispositif dérailleur conçu pour éviter qu'un wagon ne traverse une voie publique (freinage par le ballast). Ce dispositif immobilise comme prévu le wagon en dehors des rails. L'incident est découvert à la reprise du travail 2 jours après. Le chauffeur du train reconnaît avoir commis une fausse manœuvre en ne vérifiant pas la queue du convoi avant de pousser les wagons. Un périmètre de sécurité est maintenu 2 h 00 durant les opérations de remise du wagon sur ses rail. Le dispositif dérailleur endommagé est remplacé et renforcé.

- 14/08/1995 - DEREHAM (Royaume Uni)

L'explosion de 5 cylindres, contenant du gaz, provoque 5 boules de feu. Les pompiers se sont munis d'équipements anti-feu pour maîtriser l'incendie. L'explosion est entendue à 8 km à la ronde.

- 13/09/1995 - REICHSTETT

Lors du chargement d'un camion dans un dépôt de gaz, le flexible humide échappe aux mains du chauffeur lors de son raccordement, en provoquant l'ouverture de la vanne d'extrémité du bras. Une émission de gaz est détectée et le relais se met en sécurité automatiquement. Le recul du bras provoque la chute du chauffeur qui heurte un angle tranchant et se blesse au visage. Le chauffeur est hospitalisé.

- 31/05/1996 - NEW DELHI (Indes)

Trois bouteilles de gaz explosent dans une usine de confiserie ou une boulangerie. Un incendie s'ensuit et détruit l'immeuble de 3 étages et endommage gravement les bâtiments voisins. On déplore 3 morts, un disparu et 22 blessés parmi les employés.

- 28/12/1996 - AISKEW (Etats-Unis)

Un incendie survient dans un dépôt de gaz. Un employé est brûlé. La vanne d'un réservoir de 30 tonnes de GPL est fermée pour réduire le risque d'explosion. Environ 200 riverains sont évacués.

- 10/03/1996 - ITALIE - PEASE (Région Trévise)

Dans un établissement de stockage et d'embouteillage de G.P.L., une fuite de propane survient durant le dépotage d'une citerne routière de 35 m3 vers un réservoir fixe. L'alarme est donnée. Alors que les pompiers se préparent à disperser le nuage avec les lances à eau, une explosion détruit les bureaux de l'établissement. La partie supérieure de la citerne s'ouvre et une petite boule de feu se forme. La chaleur provoque l'explosion d'une citerne routière de 12 m3 et détruit du matériel des pompiers. Un fragment de la citerne endommage le toit d'un bâtiment et atterrit à 500 m. Trois employés et 10 pompiers sont blessés, l'un des employés décède 4 jours plus tard ; 250 personnes du voisinage sont évacuées durant 24 heures.

- 21/08/1996 - DIVONNE-LES-BAINS

À la fin du remplissage d'un petit réservoir de propane à partir d'un camion ravitailleur, alors que le pistolet est déconnecté du réservoir, le flexible éclate. Près de 5 t de propane s'écoulent durant 15 mn environ. Un nuage dense et opaque dérive sur 100 m, contraignant les pompiers à reculer. L'opérateur ne parvient pas à arrêter la pompe. 13 occupants de l'hôtel et 9 employés sont évacués. Le nuage s'allume, l'hôtel explose et s'effondre. Un pavillon contigu s'enflamme. L'écoulement cesse. L'opérateur, gravement blessé décédera 1 semaine plus tard. L'état du flexible est suspect. Les organes de sécurité du véhicule sont expertisés. Diverses négligences dans les opérations de dépotage sont relevées.

- 07/05/1997 - SAINT-GERMAIN-DES-FOSSES

En gare de triage, une fuite de propane se produit sur un wagon-citerne au niveau d'une vanne de vidange. Le wagon est isolé et le trafic ferroviaire est interrompu. Une CMIC intervient et procède à des mesures d'explosimétrie.

- 20/01/1997 - 13 - SAINT-REMY-DE-PROVENCE

Dans un établissement rénovant des citernes de gaz (dégazage, lavage, peinture), une cuve de 2,3 m³ explose lors de travaux de soudure. Un ouvrier projeté à 10 m est tué, 5 autres employés légèrement blessés sont hospitalisés. Le tiers du bâtiment de 5 000 m² est détruit. Le réservoir est fracturé en 5 morceaux, une rupture franche est observée suivant un plan diamétral. Un périmètre de sécurité est mis en place. Une enquête est effectuée. La cuve contenait probablement du gaz ou du méthanol.

- 04/12/1997 - MONTMIRAIL

Au cours du dépotage d'un camion-citerne de gasoil et d'essence dans les cuves d'une station-service, les vapeurs de carburant se propagent vers la cabine de caisse via les fourreaux électriques et explosent au contact d'un radiateur électrique. La cabine est détruite. La ventilation du local était obturée. Un début d'incendie est éteint à l'aide d'un extincteur. Le caissier est brûlé au 2e degré. Un client est légèrement blessé par un éclat de verre. L'entreprise obture toutes les lumières des gaines et améliore la ventilation de la nouvelle cabine. Le retour d'expérience est diffusé à l'ensemble des stations-service du groupe.

- 26/12/1997 - FITILIEU

Une fuite de propane survient sur le dévidoir du flexible de dépotage d'un camion. Les pompiers isolent la cuve et procèdent à la vidange du dérouleur en aval de la fuite. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place et 40 personnes sont évacuées.

- 10/09/1998 - MAUGUIO

Un incendie d'origine indéterminée se déclare dans un local d'un magasin de bricolage impliquant notamment des bidons de pétrole lampant. Le liquide enflammé s'écoule en direction de la station-service voisine. Sous l'effet de la chaleur, 54 bouteilles de gaz de 13 kg explosent. Des éclats sont projetés à plusieurs dizaines de mètres. Un morceau de casier de stockage des bouteilles s'encastre dans le bardage d'un bâtiment distant de 200 mètres environ.

- 14/01/2002 - COURNON-D'AUVERGNE

Dans un dépôt de GPL assurant la distribution de produit à des camions, une fuite de propane se produit au niveau du poste de chargement. Le chef de dépôt met en sécurité le site par pression sur le bouton coup de poing, conformément aux consignes. Les services de secours sont alertés, à titre préventif. Les dispositifs automatiques associés à l'arrêt d'urgence ont

fonctionné: sectionnements automatiques par mise en sécurité des vannes, arrosages déluges fixes (rampes et lances monitor), coupure des énergies. Les dispositifs d'arrosage sont destinés à diluer le nuage. L'exploitant se rend à la pomperie et ferme toutes les vannes manuelles. Au moment de l'accident, aucun camion n'est en chargement. La fuite se situe au niveau de la tuyauterie de purge (récupération des COV) utilisée pour vidanger, une fois le chargement terminé, la manchette située entre la vanne manuelle de la citerne et celle du bras de chargement et pour réorienter le gaz liquéfié résiduel vers le stockage. Cette dernière fonction de récupération est récente. La tuyauterie se compose d'une partie rigide et d'une partie flexible reliées par un raccord vissé de type olive. La tuyauterie est également munie de vannes, au niveau du poste de chargement, permettant de la raccorder soit au circuit d'aspiration du GPL (purge), circuit sous pression muni d'un dispositif situé en pomperie permettant le renvoi au stockage, soit à la section de mise à l'atmosphère (vapeurs), ceci en fonction de la configuration des vannes. La fuite est due à la rupture du raccord (vieillissement) entre les parties rigide et fixe. En outre, de par la position des vannes, la tuyauterie était en liaison avec le circuit d'aspiration produit : la fuite était donc alimentée, le circuit produit ne disposant pas de dispositif permettant d'empêcher le retour vers la purge. L'exploitant a mis en place les mesures immédiates suivantes : remplacement du flexible à l'identique, consignation des vannes, arrêt provisoire de la récupération. Des aménagements sont prévus : mise en place de nouveaux flexibles adaptés aux contraintes liées à la récupération de produit, automatisation du pilotage des vannes du circuit purge (mise en sécurité sur alarme ou fin de chargement). Des investigations supplémentaires sont envisagées sur le long terme (expertise de tous les flexibles, recensement des installations ayant ce dispositif, identification des sources potentielles de maintien en pression,...).

- 29/03/2002 - ARLEUX

A 6h40, un camion citerne contenant 12 m³ de propane liquéfié sous une pression de 8 bars accroche le portail d'un centre emplisseur. Une fuite se produit sur la citerne au niveau de la purge en aval de la pompe de distribution (diam. 12 mm) abritée dans le coffre latéral droit situé à l'arrière du véhicule. L'arrachement du coffre a provoqué la rupture de la purge, organe situé entre le clapet de fond et la vanne de fermeture. Le clapet de fond au moins partiellement ouvert, n'a pas assuré l'étanchéité. Le chef de centre actionne l'arrêt d'urgence général du site et déclenche le POI. Les 3 personnes présentes utilisent les lances d'arrosage (3) branchées sur des poteaux incendie pour limiter la nappe de gaz et former un bouchon de glace. Les pompiers prennent le relais à leur arrivée et mettent en oeuvre 1 lance canon et 3

petites lances en protection. A 9h30, le camion est vidangé vers une torchère brûlant en ligne les gaz émis. Cette dernière est située à 50 m. Vers 11h00, un bouchon de glace s'est formé et obstrue la fuite. Des essais de fermeture du clapet de fond sont effectués mais sous la pression, le bouchon de glace se brise et la fuite reprend. Après plusieurs tentatives et alors qu'il reste encore 22 % de propane dans la citerne, le clapet de fond est débloqué et fermé. La citerne redevient étanche. Un bouchon mécanique est placé sur la tuyauterie. L'accident a conduit au rejet de 4 t de propane à l'atmosphère. Les opérations s'achèvent vers 12h30. La citerne est alors vide et inertée. L'inspection des IC constate les faits et demande un rapport circonstancié à l'exploitant, la détermination des causes précises de l'incident et comment ce dernier avait été ou sera pris en compte dans les études de dangers des installations. Selon les premiers éléments de l'enquête, le chauffeur du camion citerne aurait actionné le digicode du portail automatique constitué de 2 battants s'ouvrant vers l'intérieur, puis n'aurait pas attendu l'ouverture complète de celui-ci. Il s'arrête 7 à 8 m plus loin, après avoir constaté la fuite. Le clapet de fond sera expertisé : un mauvais fonctionnement de son actionneur est fortement suspecté.

- 28/07/2002 Izmit (Turquie)

Une explosion suivie d’un incendie se produit dans un centre emplisseur de gaz vers 8h un dimanche matin, lors de chargement d’un semi-remorque. Seuls le chauffeur et un garde sont présents sur le site. Le nuage résultant de la fuite aurait explosé suivi par un premier BLEVE quelques minutes plus tard (camion) puis 4 autres (capacité de 115m3), par la suite. Un certain nombre de bouteilles, prises dans l’incendie, ont également explosé et été projetées à l’extérieur du hangar. Le sinistre s’étend très rapidement à 7 maisons voisines. Les autorités demandent à 5000 riverains d’évacuer leur logement, par précaution. Les pompier, aidés d’avions militaire et d’hélicoptères, luttent pendant 3h avant de maîtriser le sinistre. Le bilan provisoire de 2 blessés (le gardien légèrement brûlé, le chauffeur du camion citerne grièvement blessé) semblerait s’être alourdi dans les jours suivants(un mort)

- 18/11/2003 - HAUCONCOURT

Dans un centre emplisseur de GPL, vers 14h15, un employé du site effectue un perçage dans le local technique "automate " situé dans une zone hors risque gaz : Il dessert entre autres le bâtiment administratif par 3 gaines électriques accolées débouchant dans le vide sanitaire. Lors du perçage, un flash se produit et brûle l'employé qui actionne l'arrêt d'urgence le plus proche. Le dispositif met en sécurité le site (arrêt des installations et arrosage automatique des

zones sensibles). Les employés maîtrisent ce début d'incendie rapidement. L'un d'eux soulève une plaque de plancher du local puis une autre avant d'être brûlé par un second flash rapidement maîtrisé avec des extincteurs à poudre. Les 2 employés blessés sont hospitalisés (brûlures au visage, aux mains...). Le local est endommagé et l'activité du centre est momentanément interrompue. Après vérifications, les installations de sécurité sont réalimentées normalement vers 19h. L'accident serait dû à une fuite sur la canalisation de propane alimentant la chaudière de chauffage du bâtiment administratif. La tuyauterie en cuivre (diam: 22 mm) chemine en aérien depuis la citerne de stockage (11,6 m³, pour chauffage bâtiment administratif + hall emplissage, alimentation directe depuis hall emplissage) puis en enterré (diamètre : 14 mm) et, via le vide sanitaire, débouche dans le local chaudière : un raccord vissé dans la partie enterrée était rompu, provoquant la fuite et l'accumulation de gaz dans le sol, le long de la gaine jusqu'au vide sanitaire. De là, il s'est acheminé dans les gaines électriques, non obturées, vers le local automate. La perceuse a constitué le point d'ignition du 1er flash. Dans le second cas, un point chaud a pu subsister et le soulèvement des plaques a pu constituer un appel d'air conduisant à la réinflammation du gaz restant. Sur proposition de l'inspection, un arrêté préfectoral de mise en demeure demande notamment la vérification périodique des canalisations, le suivi des contrôles de résistance et d'étanchéité, la mise à jour du POI. L'exploitant envisage les mesures suivantes sur site : mise en place d'une citerne de 1,7m³ dédiée au chauffage du bâtiment administratif, remplissage des citernes de chauffage par camion. Il prévoit sur l'ensemble de ses sites : le recensement des canalisations enterrées puis un programme de passage de celles-ci en aérien, une campagne d'obturation des gaines d'alimentation électrique hors zone.

- 07/10/2004 - LE BLANC

Lors d'un essai de mise en sécurité effectué par l'exploitant en présence de l'inspection, 2 vannes d'isolement ne fonctionnent pas sur le poste de dépotage camion gros porteur d'un dépôt de GPL. En cas d'anomalie, ces vannes à sécurité positive permettent d'isoler le camion des autres installations. L'exploitant arrête l'exploitation du poste jusqu'à la remise en état des installations. Après investigation, il s'avère que le dysfonctionnement est dû à la présence de nids de guêpes maçonnes formant un bouchon dans les électrovannes de dépressurisation du circuit d'air et empêchant leur fonctionnement. Des contrôles complémentaires effectués sur des vannes du même type montrent la présence de bouchons similaires sur une autre vanne, n'empêchant toutefois pas cette dernière de fonctionner. L'exploitant met en place des moustiquaires pour empêcher le passage des insectes.

- 10/12/2004 - AUBIGNY-SUR-NERE

En début d'après-midi, une explosion dans une station de lavage de véhicules tue 2 personnes lavant leur voiture. Les secours établissent un périmètre de sécurité et la station-service d'un centre commercial située à une trentaine de mètres est temporairement fermée. D'après les premiers constats, l'explosion s'est produite dans le local technique de la station situé entre les 2 aires de lavage, le détruisant et projetant des parpaings jusqu'à 5 - 6 m. Le local qui abrite des équipements alimentés électriquement et non au gaz, est situé à proximité de 2 cuves enterrées de carburant alimentant les pompes de la station-service voisine. La station de lavage se situe d'ailleurs sur une zone anciennement occupée par cette station-service : en particulier, l'ancien îlot de distribution de carburant de cette dernière se trouvait au droit de l'actuel local technique de la station de lavage. La cuve la plus proche est à 2 m de ce dernier. Au niveau de la station-service, les premiers constats effectués ont relevé l'absence de tampons étanches permettant l'obturation des orifices de jaugeage des cuves enterrées. Dans la configuration du site, ces orifices débouchent dans un regard, lui-même fermé par un tampon. Des canalisations qui n'étaient plus utilisées par la station-service mais qui auparavant desservait son ancien îlot de distribution débouchent dans ce regard. Dans la mesure où les cuves de carburant avaient été remplies 1 h avant l'accident, une des hypothèses possibles serait la remontée des vapeurs d'essence via les orifices non fermés et le regard, dans les canalisations abandonnées jusqu'au local technique. Elles ont pu s'y accumuler (local encombré et exigu) et provoquer la violente explosion constatée, sous réserve d'une liaison entre les canalisations abandonnées et le local technique. Une enquête est effectuée.

- 21/03/2005 - DONGES

Environ 2 kg de propane sont émis à l'atmosphère dans un centre emplisseur de GPL classé Seveso et dimensionné pour approvisionner en énergie la clientèle répartie sur l'ensemble du département. Le déplacement d'un wagon en chargement entraîne l'arrachement du bras de chargement et provoque une fuite de gaz. Le wagon était attelé au poste P2 à un 2ème wagon en fin de chargement au poste voisin PB. Le chargement de celui-ci terminé, le pompiste enlève les sabots du wagon ce qui entraîne le déplacement des 2 wagons de 10 m (sol en pente) et l'arrachement du bras de chargement du wagon au poste P2. Le bras côté poste de chargement est fermé par le clapet de rupture. Côté wagon, le bras est sectionné au niveau du filetage du clapet de rupture. Le clapet de fond du wagon se referme par contre pression limitant ainsi la fuite. Les détecteurs au niveau du poste ne se déclenchent pas en raison de la faible quantité de gaz rejeté et du vent diluant la nappe. Cet incident relève le non

fonctionnement de plusieurs barrières de sécurité (à la fois techniques et organisationnelles). Après une visite de l'inspection des installations classées, plusieurs actions correctives sont demandées à l'exploitant : étude sur la faisabilité d'une remise en état du sol pour obtenir une déclivité nulle sur l'ensemble des postes de chargement, vérification qu'à tout moment 2 cales (ou sabots) soient présentes surchaque poste de chargement de wagons et y soient repérées, vérification que le point de rupture des bras de chargement se trouve bien au niveau du clapet de rupture, sensibilisation des intervenants sur la nécessaire formalisation de la mise en place des moyens anti-tamponnement...

- 07/05/2007 - Dagneux

A 20h24, un passant observe un feu de cabine affectant l'un des trois camions-citernes de transport de gaz de pétrole liquéfié (GPL) stationnés dans une entreprise d'entretien d'espaces verts. Le feu se développe rapidement et vers 21h15, une 1ère déflagration se produit suivie d'une ou plusieurs autres ; 2 des 3 citernes explosent (BLEVE) et la 3ème est projetée sur le toit d'une usine voisine. Les explosions et les incendies qui suivent provoquent d'importants dégâts matériels dans un rayon de 900 m (vitres brisées, toitures arrachées...) dont la destruction de 4 entrepôts de 1 000 m² chacun.
Les gendarmes mettent en place un périmètre de sécurité au niveau de la zone industrielle, une autoroute et la ligne ferroviaire Lyon-Ambérieux sont fermées plusieurs heures. Un important nuage de fumée s'élève verticalement mais aucune évacuation de la population riveraine n'est requise.
Cinq entreprises proches sont détruites ou fortement endommagées et au total une vingtaine d'établissements de la zone est atteinte à des degrés divers entraînant la mise en chômage technique de 35 personnes. La chute d'une pièce métallique de 100 kg défonce la toiture d'une maison d'habitation située à700m.
Trois pompiers et deux gendarmes sont légèrement blessés.
Une enquête judiciaire est effectuée pour déterminer l'origine du sinistre, la piste criminelle n'étant pas écartée. Des 3 citernes impliquées, l'une contenait 2,5 t de propane et une autre quelque centaine de kg. La dernière était vide mais non dégazée. Un tiers expert est mandaté pour recueillir des données techniques sur l'accident. Les premiers résultats font état de distances d'effets de 50 m par rayonnement thermique et jusqu'à 400 m (bris de vitres) par surpression. Des morceaux de citerne, projetés jusqu'à 900 m, ont détruit une entreprise située à 100 m des véhicules et incendié une haie à 250 m.

- 02/05/2011 – Ajaccio

Dans un centre emplisseur, 12 t de propane s'échappent à 9 h 30 de 3 réservoirs de 150 m3. Soulevant une passerelle qui se bloque, un grutier augmente la force du levage. La passerelle se décroche brutalement, oscille et percute les évents des soupapes des réservoirs ; celles-ci se déplacent générant des fuites au niveau des collecteurs. Le site est mis en sécurité avec arrosage des capacités. Le POI est déclenché à 9 h 45. Les secours installent une détection renforcée de gaz et un périmètre de sécurité ; des bâtiments proches occupés par des militaires et leur famille sont évacués (150 personnes), la coupure d'une nationale perturbe l'accès à l'aéroport. Des mesures d'explosimétrie sont réalisées.Le GPL vidangé est distribué en clientèle. Les soupapes sont réparées, puis un transfert entre réservoirs est réalisé, le 3ème étant consigné dans l'attente de soupapes neuves. Ces transferts seront momentanément interrompus à la suite de la fermeture impromptue par manque d'air des vannes de soutirage après rupture, sous l'accumulation de l'eau d'arrosage, des murets des rétentions supportant les réseaux d'air comprimé. Enfin, malgré la surchauffe du moteur de l'une des 2 pompes « eau de mer » des groupes incendie après 18 h d'utilisation et encrassement des crépines d'aspiration, une alimentation suffisante du réseau incendie sera maintenue durant toute l'intervention. La circulation routière est rétablie à 21 h 30, le POI est levé vers 5 h 30 et l'intervention s'achève à 6 h 30. Des contrôles non destructifs confirment l'absence de fissuration des réservoirs. Les procédures de travaux sont révisées : permis de grutage, travail en hauteur, interventions sur réservoirs remplis au minimum ou à défaut en privilégiant les opérations manuelles...

4-4- ANALYSE DES ACCIDENTS DE G.P.L.

L'analyse statistique des accidents de G.P.L. concerne un échantillon de 27 événements dont la plupart provient du BARPI. Ces événements couvrent la période 1951 à 2011. Bien que l'échantillon soit plutôt réduit en nombre nous tenterons de dégager les principales tendances.

Concernant la répartition temporelle des enregistrements, il semble que le nombre de cas rapportés soit en augmentation permanente au fur et à mesure que les années passent :

50 % des accidents concernent les 10 dernières années.

Cette tendance est sans doute à mettre en relation avec le développement des politiques de sécurité et la médiatisation rapide des accidents/incidents qui imposent une plus large diffusion de l'information.

a. Phénomènes observés

Ceux-ci ont été classés en cinq catégories qui sont :

- Phénomène d'Epandage liquide sur le sol

- Fuite en phase gazeuse sans inflammation

- Feu torche (ou le feu de nappe)

- Explosion de gaz ou de vapeurs

- BLEVE d'une capacité

b. Répartition des accident / incidents par phénomènes observés

Nous remarquons ainsi que le phénomène principal qui caractérise les accidents lors des opérations de transfert de G.P.L. est la fuite suivie d'un allumage du nuage formé ce qui donne lieu dans la majorité des cas, à l'apparition d'effet de surpression ou de boule de feu (BLEVE). Toutefois, l'inflammation ne s'est pas produite dans 20 % des cas rapportés.

c. La gravité des accidents

La gravité des accidents a été appréciée de manière simple au travers de deux classes :

- accident n'entraînant pas de dommages corporels,

- accident ayant entraîné des dommages corporels.

Dans 55 % des cas, les accidents n'ont pas entraîné de dommages corporels. Lorsqu'il y a eu dommages corporels (blessure ou mort d'homme).

Cependant, les accidents survenant sur les postes de chargement ou de déchargement de G.P.L. ne conduisent pas toujours à des pertes en vies humaines.

d. Les causes des accidents

Les causes et circonstances des accidents présentés sont les suivantes :

Une fuite sur une vanne,

Une fuite sur une canalisation ou un flexible,

La défaillance d'un organe de sécurité (clapet de rupture),

Un écoulement de GPL incontrôlé par ligne de purge,

La corrision,

Une défaillance soupape

une défaillance de l’indicateur de niveau

une rupture de canalisation

rupture de flexible (cas poste de chargement /déchargement)

Défaillance organe citerne mobile

Défaillance organe de raccordement

Défaillance double clapet de rupture (cas poste de chargement /déchargement)

Départ camion connecté (cas poste de chargement /déchargement)

Erreur humaine

Les deux phénomènes incendie et explosion (y compris BLEVE), phénomènes par ailleurs régulièrement associés, représentent plus des deux tiers des accidents.

Pour les cas répertoriés on notera que la fuite s'accompagne le plus souvent de la formation d'un nuage dérivant dans le sens du vent dominant. L'allumage à distance de ce nuage (distance qui peut être assez grande) est suivi d'un "retour de flamme" qui pourra amener un feu sous la (ou les) citerne(s) routière(s) ou ferroviaire(s) ou à ses abords immédiats.

Les B.L.E.V.E. connus et répertoriés dans la littérature, résultent dans tous les cas présentés précédemment d'un incendie provoquant l'échauffement, la montée en pression et la rupture mécanique de la capacité. Ce phénomène concerne donc les capacités aériennes nues, c'est-à-dire celles dont l'enveloppe n'est pas (ou mal) protégée vis-à-vis des effets thermiques. À cet égard, parmi les accidents présentés, l’inadéquation des moyens de protection est régulièrement pointée et déterminante dans l’évolution des séquences accidentelles vers le BLEVE.

Les explosions de gaz combustibles (UVCE) sont le résultat d'une fuite de gaz

suivie de l'inflammation du nuage, lequel se trouve en totalité ou pour partie dans un espace encombré.

Il est à noter que, dans ces cas, l'explosion du nuage pourrait créer des désordres et des fuites sur d'autres réservoirs ou citernes mobiles (effet domino).

4-5- CONCLUSION

En conclusion de cette partie consacrée au retour d’expérience, en l’absence de dispositions de sécurité satisfaisantes sur ces installations, deux phénomènes principaux sont à redouter :

- l'explosion / inflammation d'un nuage gazeux à l’air libre (UVCE).

- Vaporisation explosive d’un liquide porté à ébullition (BLEVE).

De ces antécédents, il ressort que notamment :

Le choix des matériaux, le contrôle périodique des organes de sécurité et des installations ainsi que la connaissance et le respect des procédures d'exploitation, permettent d'augmenter considérablement le niveau de sécurité.

CHAIPITRE V : PRESENTATION GENERALE DE L'ETABLISSEMENT

5-1- Cadre réglementaire :

Les activités exploitées au Centre Enfûteur de la Wilaya de Naâma (Ain Sefra), font principalement référence aux dispositions du décret exécutif n°07-144 du 19 Mai 2007 fixant la nomenclateur des installations classées pour la protection de l'environnement.

En effet, la rubrique 1513 se rapportant au décret sus cité identifie les installations de dépôt, de stockage, de l'enfûtage et de la distribution des hydrocarbures liquéfient comme étant des installations classées en raison de la gravité des dangers ou des inconvénients que peut présenter leur exportation.

La mise en exploitation de telles activités nécessite préalablement à sa mise en services une autorisation du Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement, tel que défini par le décret sus visé. Cette autorisation doit être procédée par une étude d'impact sur l'environnement et une étude de dangers pour les nouvelles installations et par un audit environnemental et une étude de dangers également pour les installations existantes.

Les activités mises en jeu au niveau de Centre d'Enfûteur de la wilaya de Naâma(Ain sefra) font référence également aux textes suivants :

5-2- Description Du Centre Enfûteur Ain sefra

Le Centre Enfûteur de Ain Sefra, a pour vocation le stockage, le conditionnement et la livraison des deux produits :

Butane (B13 et B03) et Propane (P13). (Voir le plan de masse fig. V-1)

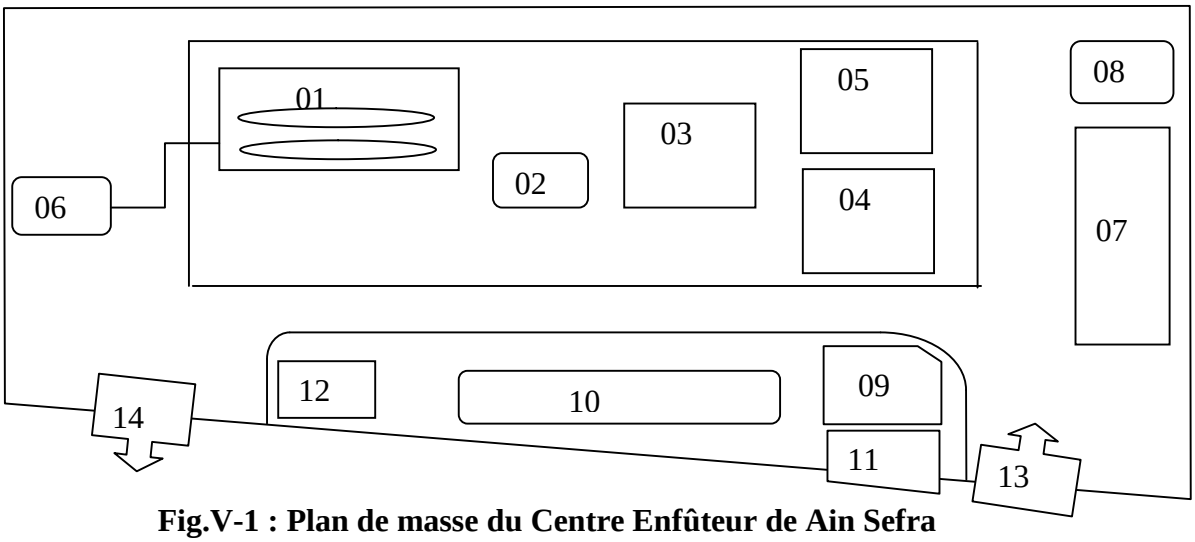


Fig.V-1 : Plan de masse du Centre Enfûteur de Ain Sefra

LEGEND (Plan de masse du Centre Enfûteur de Ain Sefra)	
01	Stockage GPL capacité 150 $m^{3.}$
02	Pompes et compresseur GPL.
03	Hall d'emplissage.
04	Stockage bouteilles pleines sur quatre (04) niveaux (deux 02 jours de production) .
05	Stockage bouteilles vides sur quatre (04) niveaux (deux 02 jours de production) .
06	Poste de déchargement camion-citerne.
07	Local technique (atelier, groupe incendie, local air comprimé, TGBT, vestiaires sanitaires .
08	Réservoir eau incendie capacité $375m^3$.
09	Local administratif.
10	Parking camions citerne et camions plateaux.
11	Parking voitures (personnel et visiteurs).
12	Poste de garde.
13	Entrée.
14	Sortie.



Fig. V-2 : Vue aérienne du centre enfûteur de Ain Sefra

5-3- Description générale des activités du site :

5-3-1- LES INSTALLATIONS G.P.L :

Ces installations se trouvent dans une zone présentant des risques de fuites de gaz pouvant provoquer des incendies ou explosions.

5-3-1-A - Réservoirs de stockage comprenant : (fig. V-1)

Deux (02) cigares horizontal contenu le butane ou le Propane de 150 m3 chacun.



Fig. V-3 Réservoirs de stockage (deux cigares)

5-3-1-B- Hall d'emplissage comprenant :

Convoyeurs à chaînes et à rouleaux.

Admission tangentielle au carroussel.

Carroussel de 12 postes électroniques.

Douze (12) bascules d'emplissage électroniques.

Une (01) bascule de contrôle électronique.

Une (01) capsuleuse manuelle.

Un (01) contrôleur d'étanchéité

Un (01) banc de vidange à 04 postes.

Une (01) pompe pneumatique de vidange.

Un (01) skid de régulation du carroussel.

Trois (03) passerelles sur convoyeur.



Fig.V-4 Hall d'emplissage

5-3-1-C- Pomperie GPL comprenant :

- Deux (02) compresseurs GPL 60 m^3/h en propane , de 45 m^3/h en butane .



Fig.V-5 Deux compresseurs

- Deux (02) pompes de 25 m3/h chacune.



Fig.V-6 Deux pompes

5-3-1-D- AUTRES UTILITES :

Les installations de Centre d'Enfûteur Ain Sefra- sont composées de :

- Un parking
- Bâtiment administratif.

- Bâtiment technique
- Aire de stockage bouteilles pleines.
- Aire de stockage bouteilles vides
- Réseau d'incendie
- Réseau air comprimé
- Puit d'eau
- Chaudière
- Un transformateur ;
- Un dispositif d'alerte sonore ;
- Un paratonnerre
- Deux postes de garde et 02 guérîtes pour agents de sécurité

5-4- Description détaillée des installations du processus de chargement / déchargement :

- Les camions GPL en provenance de la source d'approvisionnement se présentent vers le poste de dépotage vrac ;
- Connexion du bras articulé de dépotage et de la mise à la terre ;
- Déchargement des camions citernes vers les installations de stockage par l'intermédiaire de compresseur d'air ;
- Le GPL vrac déchargé est stocké dans des réservoirs GPL vrac (cigare) ;
- L'emplissage des bouteilles B13, P13 , B3 commence par la vérification par le poste de surveillance de la qualité des bouteilles ;
- Le GPL est soutiré des cigares par compresseur vers le hall d'enfûtage ;
- Les bouteilles vides déchapautées et transportées par la chaîne automatique (convoyeur) et subissent le remplissage lors de la rotation du carrousel,
- Arrivées à terme ;
- Les bouteilles subissent un test d'étanchéité.
- Les bouteilles fuyardes sont retirées du circuit et celles qui ne présentent pas d'anomalies sont chapeautées et transmises par la paletiseuse (lieu où a lieu la mise en palette des bouteilles) au site de stockage des palettes de 35 bouteilles pleines.

- Chargement des bouteilles par chariot automoteur au niveau de l'aire de stockage ;
- Chargement des camions de conditionnement par palette unitaire de 35 bouteilles butane B13 et bouteilles propane P13 ;
- Départ du camion de conditionnement au niveau du dépôt relais.

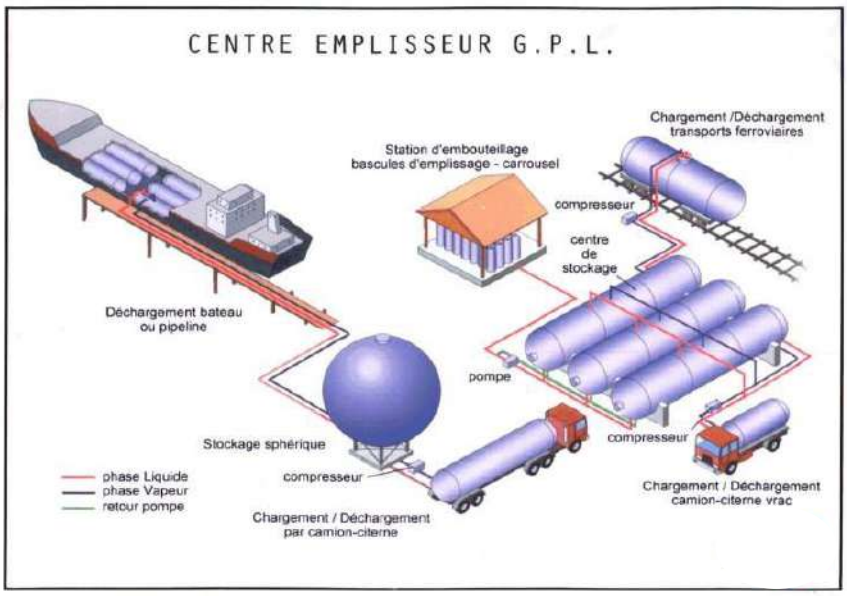


Fig.V- 7 : Process d'un centre emplisseur G.P.L

5-4-1- Déchargement :

Le déchargement de la citerne vers les capacités de stockage (cigare) s'effectue de la manière suivante :

Un compresseur à gaz aspire la phase gazeuse du cigare (P1=2 à 3 Bar), la comprime au passage (P2=5 à 6 Bar) et la refoule par la tuyauterie vers une citerne au niveau de la zone de déchargement.

Sous l'effet de la pression de gaz, le liquide est refoulé par l'intermédiaire d'une tuyauterie vers les capacités de stockage (cigare).

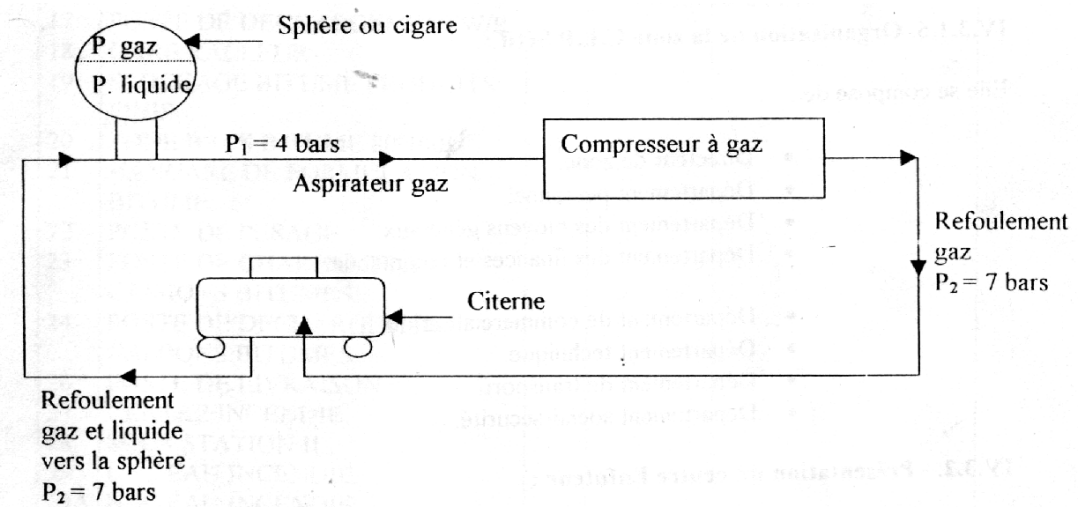


Fig.V- 8 : Schéma de déchargement du gaz d'une citerne vers une cigare.

5-4-2- Emplissage :

Pour procéder à l'emplissage des bouteilles (B13 kg), on procède de la manière suivante :

Une pompe à gaz aspire le gaz liquide des capacités de stockage (sphère ou cigare) à une pression de 3 à 4 bars et refoule ce dernier à une pression de service équivalente à 14 bars vers le hall d'emplissage (carrousel).

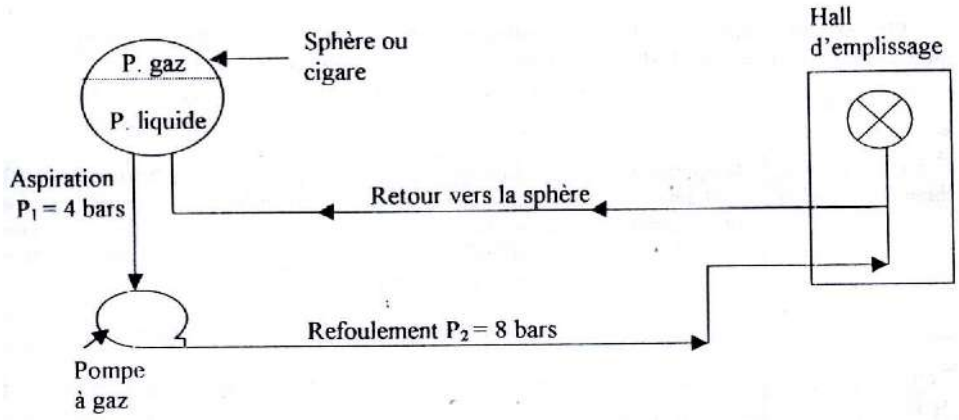


Fig.V- 9 : Schéma d'alimentation du hall d'emplissage.

5-5- Descriptions De L'environnement Et Du Voisinage

Le milieu environnant peut contenir des sources de dangers susceptibles d'engendrer des accidents sur le site de l'installation étudiée. Ces dangers doivent être considérés lors de l'analyse de risques technologiques afin d'en tenir compte dans le processus de réduction des

risques, dans la planification de l'intervention d'urgence et dans le programme de gestion des risques et de la sécurité.

Ainsi, la présence d'usines, de rails, de réservoirs, etc. ainsi que le potentiel de catastrophes naturelles doivent être analysés afin de déterminer leur influence sur les fréquences d'occurrence d'accidents. Ces sources d'accidents peuvent être considérées de deux manières lors de l'analyse de risques.

Les événements externes sont considérés de la même façon que les événements internes causant les accidents technologiques majeurs.

La présence d'éléments sensibles pourrait :

_ augmenter le nombre d'individus potentiellement atteints (par exemple, un centre commercial) ;

_ résulter en la destruction ou l'altération d'éléments de grande valeur du patrimoine humain ou naturel (par exemple, un bâtiment historique, une réserve écologique) ;

_ alourdir la tâche des intervenants lors d'un accident (par exemple, l'évacuation d'un hôpital)

_ occasionner d'autres accidents découlant du premier (effet domino) (par exemple, un réservoir atteint par l'onde de choc d'une première explosion).

Ces éléments peuvent être cartographiés ou présentés sous forme de liste où est indiquée leur position géographique par rapport au site de l'installation étudié.

5-5-1- Effet DOMINO :

Les effets domino découlent de la proximité relative d'éléments pouvant occasionner une réaction en chaîne à la suite d'un premier événement accidentel. Un fragment issu de l'explosion d'un réservoir pourrait entraîner la perforation d'un réservoir sur un site voisin et provoquer ainsi l'émission d'un nuage toxique.

5-5-2- Voisinage du centre :

Le centre est limité au nord par un surplus de terrain et un terrain vague de l'Est, au sud une rue sans nom, et à l'ouest deux lots n° 116 et n°117 (fig V-2.).

Il est à noter que la zone où se trouve le centre est à caractère déserte.

Dans le voisinage du complexe, on trouve :

5-5-3-Population, habitations :

Les premières habitations sont à environ 500 m.

5-5-4-Etablissement Recevant du Public (ERP) :

L'environnement du centre ne comporte aucun établissement ERP

5-5-5- Installations industrielles voisines (classé ou non)

Une usine de brique est une installation classée à environ 700 m

5-5-6- Voies de communications et de transport :

Le site se trouve à : environ 1.3 Km d'une route à grande circulation R6 (à spécifier)



Fig.V- 10 : voisinage du centre emplisseur de Ain Sefra

5-5-7- Circulation ferroviaire : le chemin de fer qui traverse la ville d'Ain Sefra se trouve à une distance de plus de 1.3 m vers l'ouest par rapport au centre, donc, on peut conclure que la circulation ferroviaire n'a aucun impact direct sur le site.

5-5-8- Régime des vents : Ouest, Ouest-nord-ouest, Est- Sud-Est.

5-5-9- Sismicité : le territoire de la zone d'étude est caractérisé par une faible activité sismique, donc, le risque d'une forte secousse tellurique est insignifiant.

5-6- IDENTIFICATIONS ET CARACTERISATIONS DES POTENTIELS DE DANGER

Il existe au sein du centre et son environnement une multitude de risques qui pourraient avoir des conséquences majeurs pour le site.

Ces risques présents dans la société et plus largement dans l'environnement dans lequel nous vivons ont des origines très variées. On parlera ainsi, sans que la liste soit exhaustive, des risques naturels, des risques domestiques, des risques technologiques ou encore des risques politiques.

Les **risques** technologiques désignent l'ensemble des **dangers** ou situations dangereuses (pour l'homme mais aussi pour l'environnement) pouvant être provoqués par des installations techniques créées par l'homme et appartenant dans la plupart des cas au secteur industriel.

Les dangers générés par l'activité industrielle sont généralement liés à la production, à l'utilisation, à la manipulation, au transport ou au stockage de produits dangereux toxiques, inflammables, radioactifs, polluants, ….etc.

5-6-1- SOURCES EXTERNES DE DANGER :

5-6-1-A-RISQUES NATURELS :

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**
Risque sismique	Zone faible séismicité	Dommage léger	néant
Foudre	Données climatiques	incendie	Voir scénario d'incendie
inondation	Fortes Pluies	Risque de surcharge des réseaux VRD	néant
Risque de gel de réseau d'eau	Données climatiques	Risque d'éclatement de réseau	néant

5-6-1-B- RISQUES NON NATURELS :

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**	**Mesures et moyen de préventions**
Incendie dans les installations avoisinantes	Causes diverses	Risque de propagation du feu au site	néant	Eloignement suffisant et moyen d'intervention externe
Malveillance	- intrusion	incendie	Voir scénario incendie	Mise en place d'une clôture et de la télésurveillance
Risque routier	Transport de matière dangereuse-livraison	Morts ; Destruction des équipements, camions citerne	Néant	Formation des chauffeurs (Brevet professionnel)

5-6-2- SOURCES INTERNES DE DANGER :

5-6-2-A- RISQUES LIES AUX RESERVOIRS DE STOCKAGE DE GPL

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**	**Mesures et moyen de préventions**
Rupture d'un des piquages (le plus gros des piquages se situent dans la phase liquide)	Malveillance Choc mécanique Corrosion	BLEVE	Voir scénario BLEVE	Gardiennage en dehors des périodes d'activité ; vérifications périodiques
Eclatement des réservoirs (ruine)	incendie Données climatiques (chaleur); montée en pression/sur-remplissage	Rejet gazeux, explosion ; effets létaux	Voir scénario BLEVE	Refroidissement des réservoirs ; Alarme niveau haut ; manomètre ; soupape de sécurité

5-6-2-B- RISQUES LIES AUX CANALISATIONS DE GPL

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**	**Mesures et moyen de préventions**
Rupture guillotine	Malveillance Choc mécanique	BLEVE Rejet gazeux, explosion ; effets létaux		Gardiennage ; Classement des zone
Fuites au niveau de la canalisation	Vanne ou bride non étanches Corrosion/fatigue du métal	Formation d'un nuage explosif (UVCE)		Des contrôles techniques sont effectués périodiquement au niveau des canalisations

5-6-2-C- RISQUES LIES A L'EMPLISSAGE DES BOUTEILLES DE GAZ

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**	**Mesures et moyen de préventions**
Rupture catastrophique d'une bouteille lors de l'emplissage (ruine)	- Choc - Erreur opératoire (sur-remplissage) - fatigue de l'emballage	Explosion	néant	Vérifications périodiques (réepreuve) Consignes d'intervention
Fuite	Robinetterie ; joint d'étanchéité défectueuse	Formation d'un nuage explosif (UVCE)		- Détecteur de fuite - Changer les robinets défectueux - Aération conforme
Incendie	- Echauffement moteur d'entraînement chaîne ; - Liaison équipotentielle défectueuse - Outils non anti-étincellent	BLEVE		- Détecteur de flamme - Respect des consignes de sécurité - vérifier les installations & outils

5-6-2-D- RISQUES LIES AUX OPERATIONS DE CHARGEMENT / DECHARGEMENT

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**	**Mesures et moyen de préventions**
Détachement du bras de chargement ; arrachement du bras	une erreur humaine ; (pompiste, chauffeur et agent de sécurité)	Formation d'un nuage explosif UVCE Gelure (brûlure par froid)		Respect des consignes de sécurité « voir annexe 3 »
Incendie	Mise à la terre défaillante ; Camion non-conforme	Morts Destruction des installations		Vérifications périodiques ; veiller à la conformité des camions
Fuite	Vanne ou articulation non étanches ; Rupture de flexible	Formation d'un nuage explosif (UVCE) Gelure (brûlure par froid)		Changement des équipement et joints usés

5-6-2-E- RISQUES LIES AUX PRODUITS

Scénarios d'accident	**Causes possibles**	**Conséquences**	**Effet domino ou hors site**	**Mesures et moyen de préventions**
L'inflammation (dans des proportions spécifiques dans l'air),	Fuite de produit ; Source de chaleur ; feu nu (cigarettes etc.)	Début d'incendie		- détecteur de fuite - remplacer les joints et équipements usés
L'explosion	inflammation d'un nuage gazeux ; étincelle	Incendie généralisé ; morts		- détecteur de fuite - détecteur de flamme
L'asphyxie par de fortes concentrations	Fuite importante	Morts		- Ventilation adéquate - Détecteur de fuite
Les brûlures cryogéniques (gelures)	Fuite	Blessures plus ou moins graves		- E.P.I - respect des consignes de sécurité

- Il est à noter que les risques de BLEVE et d'émissions de projectiles ne sont pas intrinsèques au produit.

CHAIPITRE VI : GESTION DES RISQUES

6-1- INTRODUCTION

La gestion des risques est une des composantes fondamentales de la réussite d'une entreprise, que ce soit en terme économique ou environnemental. Gérer un risque est un processus itératif fondé sur l'analyse des risques, étape qui permet d'identifier et de réaliser une première évaluation des risques.

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs poursuivis peuvent concerner par exemple :

- Le gain de rentabilité, de productivité,
- La gestion des coûts et des délais,
- La qualité d'un produit…

Les objectifs de l'analyse des risques peuvent être comme suit :

- Analyser les risques d'accidents de manière générale et les évènements pouvant nuire à la bonne marche du procédé (pannes, incidents…),
- Analyser plus spécifiquement les risques aux postes de travail (Code du travail),
- Analyser les risques d'accidents majeurs (cas de l'étude des dangers).

Selon les objectifs poursuivis, la démarche et les outils utilisés pourront être significativement différents.

Tout d'abord, elle vise à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurités existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser ces risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable [12]

6-2- METHODOLOGIE DE L'ANALYSE

L'analyse des risques est un travail qui peut s'avérer complexe et mobiliser des ressources importantes. Dès lors, il est indispensable d'identifier clairement le système à étudier et de déterminer sans ambiguïtés les limites de l'étude.

Il peut par exemple s'agir d'étudier les risques associés à une nouvelle installation devant être implantée, d'identifier les risques associés à la modification d'un procédé existant ou de passer en revue les risques à l'échelle d'un site industriel complet.

Parmi les projets visés par ces études, certains présentent des risques d'accidents technologiques dont l'importance n'est pas connue a priori. Aussi, il est nécessaire de connaître et de comprendre ces risques afin de les gérer adéquatement. Cette connaissance des risques permet l'intégration de l'aspect de la sécurité dans la conception de projet et sa considération lors de l'opération.

Le risque se définit à l'aide de deux composantes : les conséquences & la fréquence.

Il existe, à l'heure actuelle, de nombreux outils dédiés à l'analyse des risques.

Soulignons également que ces outils sont dédiés prioritairement à l'identification des risques générés par une installation industrielle sur son environnement.

Dans le cadre d'une démarche exhaustive d'analyse des risques, il convient également de caractériser les risques d'agressions externes de l'environnement sur cette installation (par exemple, catastrophes naturelles, effets dominos…).

(Voir fig. VI-10: étapes d'une analyse des risques)

L'étude des dangers est fondée sur l'analyse des risques. Elle doit être menée en 6 étapes successives :

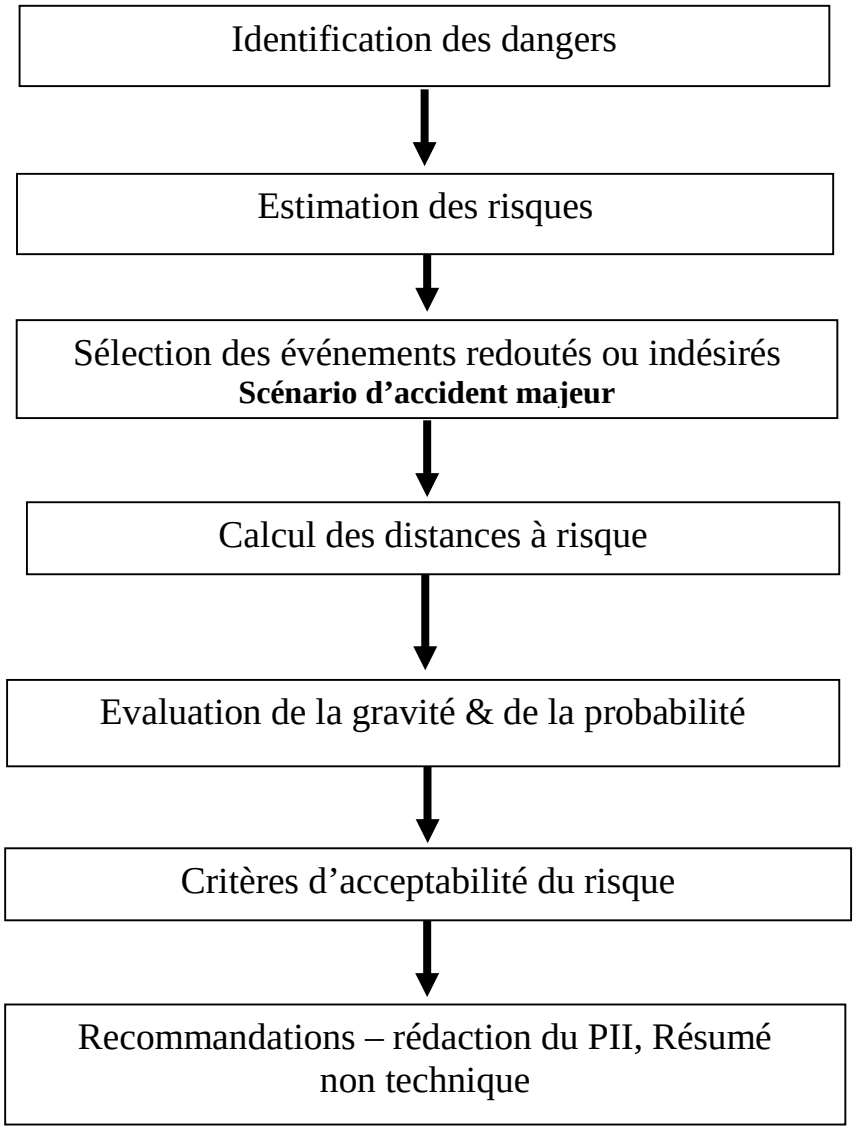


Fig. VI-01: Etapes d'une analyse des risques

6-2-A- les bases de l'analyse des risques

L'analyse du risque est définie dans le Guide ISO/CEI 51 : 1999 comme « l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque ».

De manière générale, les outils d'analyse des risques sont destinés à être mis en oeuvre dans le cadre de groupe de travail. Si leur utilisation par une personne seule n'est pas impossible, ils risquent néanmoins de perdre de leur pertinence. Leur intérêt réside en majeure partie dans la confrontation d'avis et de remarques de personnes

ayant des expériences et des connaissances complémentaires. Cette richesse de points de vue permet généralement de tendre vers un examen le plus exhaustif possible des situations de dangers.

L'équipe doit être pluridisciplinaire. Pour cela, elle doit être composée des personnes travaillant au quotidien sur les installations étudiées ou ayant une connaissance approfondie des installations (cas des projets).

La composition habituelle des participants contribuant sur les aspects techniques peut être, à titre d'exemple, la suivante :

− Responsable du projet,

− Personne chargée de la sécurité,

− Personne spécialiste du procédé,

− Personne chargée de la maintenance,

− Spécialiste de l'automation et des systèmes…

− Personne travaillant en production…[12]

6-2-B- Choix de la méthode d'analyse :

Les méthodes d'analyse des risques permettent d'envisager de manière méthodique, les différentes situations de dangers et évènements redoutés ainsi que leurs causes et conséquences.

Cet aspect est particulièrement important en vue d'identifier les situations de dangers de la manière la plus exhaustive possible.

Par ailleurs, ces outils permettent d'apporter des éléments techniques pour juger de la maîtrise des risques à la source, grâce notamment à l'identification de barrières de sécurité existantes ou à envisager face aux risques considérés. Cette maîtrise des risques ne peut effectivement être démontrée que si l'ensemble des causes et conséquences physiquement envisageables a été envisagé.

A l'échelle d'un site industriel, ce travail peut s'avérer complexe et ces méthodes constituent ainsi une aide précieuse pour guider la réflexion.

Les principaux outils d'analyse des risques d'accidents sont :

• L'Analyse Préliminaire des Risques (APR),

• L’Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC),

• L’Analyse des risques sur schémas type HAZOP ou « What-if ? »,

• L’Analyse par arbres des défaillances,

• L’Analyse par arbres d’évènements,

• Le Noeud Papillon.

Il existe bien entendu de nombreuses autres méthodes document. Néanmoins, pour plus de précisions,

En plus de permettre l’identification des défaillances pouvant entraîner des accidents majeurs, ces méthodes peuvent permettre d’identifier les causes d’un incident et les équipements stratégiques pour la sécurité et l’intervention.

À partir des résultats de l’analyse, les mesures de gestion des risques sont identifiées et implantées.

la démarche d’analyse des risques à mettre en oeuvre demande notamment de choisir le ou les outils les mieux adaptés, de définir le groupe de travail qui participera à la réflexion et, le cas échéant, de fixer des échelles de cotation des risques et une grille de criticité.

En définitive, il n’y a pas de « bons » ou « mauvais » outils d’analyse des risques. Ces outils ne sont que des aides guidant la réflexion et il convient donc de retenir les outils les mieux adaptés aux cas à traiter.

D’ailleurs, ces outils peuvent être tout à fait complémentaires. En effet, une phase préliminaire d’analyse des risques menée grâce à une APR par exemple, permet d’identifier les parties d’une installation pour lesquelles l’utilisation de méthodes plus détaillées comme l’AMDEC ou l’HAZOP s’avère pertinente. De la même façon, la mise en œuvre d’une AMDEC par exemple est souvent particulièrement utile en vue de construire un arbre des défaillances.

Enfin, signalons que, pour des installations particulièrement simples, une démarche systématique d’identification des risques peut tout à fait convenir, même si elle n’est pas référencée de manière formelle dans la littérature. Pour ces systèmes simples, l’usage de listes de contrôle (check-lists) permet en général de répondre de façon satisfaisante aux objectifs de l’analyse des risques.

Notre choix s'est porté sur l'APR parmi les méthodes d'analyse car elle permet un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en terme de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé.

Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en oeuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, elle permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances. [12]

6-2-C- L'analyse préliminaire des risques / Dangers (APR/D)

6-2-C-1- Historique et domaine d'application

L'analyse Préliminaires des Risques (Dangers) a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires. Utilisée depuis dans de nombreuses autres industries, l'Union des Industries Chimiques (UIC) en France, recommande son utilisation depuis le début des années 1980.

L'analyse Préliminaire des Risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. En conséquence, cette méthode ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de l'installation étudiée. En ce sens, elle est particulièrement utile dans les situations suivantes :
- Au stade de la conception d'une installation, lorsque la définition précise du procédé n'a pas encore été effectuée. Elle fournit une première analyse de sécurité se traduisant par des éléments constituant une ébauche des futures consignes d'exploitation et de sécurité. Elle permet également de choisir les équipements les mieux adaptés.
- Dans le cas d'une installation complexe existante, au niveau d'une démarche d'analyse des risques.

- Dans le cas d'une installation dont le niveau de complexité ne nécessite pas d'analyses plus poussées au regard des objectifs fixés au départ de l'analyse des risques.[12]

6-2-C-2- Principe de l'A.P.R

L'analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis, d'utilités...,
- Des équipements dangereux comme par exemple des stockages, zones de réception expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière...),
- Des opérations dangereuses associées au procédé.

L'identification de ces éléments dangereux est fonction du type d'installation étudiée. Il est également à noter que l'identification de ces éléments se fonde sur la description fonctionnelle réalisée avant la mise en œuvre de la méthode. À partir de ces éléments dangereux, l'APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations de dangers. Dans le cadre de ce document, une situation de dangers est définie comme une situation qui, si elle n'est pas maîtrisée, peut conduire à l'exposition de cibles à un ou plusieurs phénomènes dangereux. Le groupe de travail doit alors en déterminer les causes et les conséquences de chacune des situations de dangers identifiés puis identifier les sécurités existantes sur le système étudié. Si ces dernières sont jugées insuffisantes vis-à-vis du niveau de risque identifié dans la grille de criticité, des propositions d'améliorations doivent alors être envisagées.

6-2-C-3- Démarche

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse.

Pour chaque fonction identifiée dans la phase de description des installations, les produits ou équipements sont passés en revue, en examinant les situations de dangers potentielles de manière systématique. Pour cela, il est fait appel à l'expérience et à l'imagination de chacun.

L'analyse d'accidents constitue de plus une source d'information à privilégier.

Le groupe de travail peut alors adopter une démarche systématique sous la forme suivante :

1) Sélectionner le système ou la fonction à étudier sur la base de la description fonctionnelle réalisée.
2) Choisir un équipement ou produit pour ce système ou cette fonction (colonne 2).
3) Pour cet équipement, considérer une première situation de dangers (colonne 3)
4) Pour cette situation de dangers, envisager toutes les causes et les conséquences possibles (colonnes 4 et 5).
5) Pour un enchaînement cause-situation de danger-conséquences donné, identifier alors les barrières de sécurité existantes sur l'installation (colonne 6)
6) Si le risque ainsi estimé est jugé inacceptable, formuler des propositions d'améliorations en colonne 7. La dernière colonne (colonne 8) est réservée à d'éventuels commentaires. Elle est particulièrement importante pour faire apparaître les hypothèses effectuées durant l'analyse ou les nomes de personnes devant engager des actions complémentaires.
7) Envisager alors un nouvel enchaînement cause-situation de danger-conséquences pour la même situation de danger et retourner au point 5).
8) Si tous les enchaînements ont été étudiés, envisager une nouvelle situation de danger pour le même équipement et retourner au point 4).
9) Lorsque toutes les situations de dangers ont été passées en revue pour l'équipement considéré, retenir un nouvel équipement et retourner au point 3) précédent.
10) Le cas échéant, lorsque tous les équipements ont été examinés, retenir un nouveau système ou fonction et retourner au point 2). Une des premières difficultés rencontrées en pratique au cours d'une APR tient dans la définition du terme « situation de danger ». Il n'est en effet pas rare de constater au cours de l'analyse que des causes ou conséquences d'une situation de dangers soient à leur tour identifiées comme situations de dangers plus tard lors de l'analyse. Cette difficulté peut rendre délicate l'appropriation de la méthode par le groupe de travail.
Toutefois, elle ne doit pas être considérée comme un frein pour l'analyse des risques mais au contraire, comme un moyen pour tendre vers plus d'exhaustivité. Prenons l'exemple d'un réservoir de liquide inflammable type essence. Le groupe de travail identifie dans un premier temps comme situation de danger, un feu se développant dans la cuvette de rétention. La cause de cet incendie serait l'épandage de combustible dans la cuvette associé à la présence d'une source d'inflammation. Si ensuite le groupe de travail considère l'épandage seul d'essence comme situation de dangers, il

identifiera probablement en termes de conséquences le feu de nappe mais également la formation d'un nuage inflammable suite à l'évaporation de la nappe. Précisons enfin que des colonnes peuvent être ajoutées au tableau présenté ci-avant afin de recueillir les résultats de l'estimation des risques réalisés en groupe de travail.

Tableau VI-1 : Exemple de tableau de type « APR »

Fonction ou système :						Date :	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou équipement	Situation de danger	Causes	Conséquences	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	observations

6-2-D- Analyse détaillée des risques

ANALYSE DES RISQUES D'ORIGINE EXTERNE :

L'étude de dangers aborde les risques liés respectivement à l'activité humaine environnante (actes de malveillance, installations industrielles voisines, circulation), aux conditions météorologiques, à la foudre et à la sismicité.

- Les actes de malveillance

Le centre est muni d'un corps d'agents de sécurité chargés de la surveillance, il est composé de trois équipes qui se relayent durant 24h (3 x 8h). Quatre(04) postes de sentinelle occupés en permanence (24h/24) sont placés autour du centre. Un très bon éclairage du centre est assuré durant le soir, le centre doivent entièrement clôturé avec une clôture en dur (mur de 03 métre).

- La foudre

Deux paratonnerres surplombent les cigares et le hall d'emplissage.

- Inondations le site situe sur un terrain plat, loin des écoulements superficiels, aussi u réseau d'évacuation des eaux pluviale est effectué au niveau des alentours, donc le risque d'une forte inondation est insignifiant.
- Gel de l'eau
- Les séismes le territoire de la zone d'étude est caractérisé par une faible activité sismique, donc le risque d'une forte secousse tellurique est insignifiant.

Autres risques externes

- Circulation ferroviaire : le chemin de fer qui traverse la ville d'Ain Sefra se trouve à une distance de plus 1.3 par rapport au centre, donc, on peut conclure que la circulation ferroviaire n'a aucun impact direct sur le site.

- Circulation routière : La route nationale N° 6 passe à environ 1.3 Km des limites de propriété à l'ouest du site.

Scénarios retenus dans l'étude de dangers

Fonction ou système : Réservoirs de stockage					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
01	Cigare	Rupture d'un piquage (phase liquide)	Malveillance Choc mécanique Corrosion/fatigue	BLEVE ;	Gardiennage / télésurveillance ; vérifications périodiques
02		Eclatement (ruine)	incendie Données climatiques (chaleur) ; montée en pression/sur-remplissage ; foudre	Rejet gazeux, BLEVE explosion ; effets létaux	Refroidissement des réservoirs ; Alarme niveau haut ; manomètre ; soupape de sécurité ; parafoudre

Fonction ou système : Canalisations G.P.L					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
03	Canalisations G.P.L	Rupture guillotine	Malveillance Choc mécanique	BLEVE ; Rejet gazeux ; explosion ;	Gardiennage ; Classement des zones ; Respect des procédures
04		Fuites au niveau de la canalisation	Vanne ou bride non étanches ; Corrosion/fatigue métal	Formation d'un nuage explosif ; UVCE	Contrôles techniques périodique des installations

Fonction ou système : Emplissage & zone de stockage des bouteilles G.P.L					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
05	Bouteilles G.P.L	Rupture catastrophique d'une bouteille lors de l'emplissage (ruine)	Choc ; Erreur opératoire (sur-remplissage) ; fatigue de l'emballage	Explosion ; fuite	Vérifications périodiques (réepreuve) ; Consignes de sécurité(voire annexe 04) ; Respect des procédures
06		Fuite	Robinetterie ; joint d'étanchéité défectueux ; forte source de chaleur (soleil)	Formation d'un nuage explosif ; UVCE	Détecteur de fuite ; Changer les robinets défectueux ; Aération conforme
07		Incendie	Echauffement moteur d'entraînement chaîne ; Liaison équipotentielle défectueuse ; Outils non anti-étincellent	BLEVE	Détecteur de flamme ; Respect des consignes de sécurité & procédures(voire annexe 04); vérifier les installations

					& outils

Fonction ou système : Poste de chargement et déchargement					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
08	Poste de chargement et déchargement	Détachement ou arrachement du bras de chargement ;	une erreur humaine ; (pompiste, chauffeur et agent de sécurité)	Formation d'un nuage explosif ; UVCE ; Gelure (brûlure par froid)	Respect des consignes de sécurité(voire annexe 04).
09		incendie	Mise à la terre défaillante ; Camion non-conforme	Morts ; Destruction des installations	Vérifications périodiques ; veiller à la conformité des camions
10		Fuite	Vanne ou articulation non étanche ; Rupture de flexible	Formation d'un nuage explosif (UVCE) ; Gelure (brûlure par froid)	Changement des équipements et joints usés

Fonction ou système : produit					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
11	Butane / propane	inflammation	Fuite de produit ; Source de chaleur ; feu nu (cigarettes etc.)	incendie	détecteur de fuite ; remplacer les joints et équipements usés
12		explosion	inflammation d'un nuage gazeux ; étincelle	Incendie ; morts	détecteur de fuite ; Matériel adéquat (ADF)
13		asphyxie	Fuite importante	Morts	Ventilation adéquate ; Détecteur de fuite
14		Gelures (brûlures)	Fuite	Blessures	E.P.I ; respect des consignes de sécurité

Fonction ou système : poste de stockage gasoil					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
15	Poste de stockage gasoil	Fuite	Usure de matériel et mauvaise manipulation	Déversement dans la cuvette de rétention Prise de feu et explosion	Maintenance périodique du bac, pompe, tuyauterie
16		Déchirure de l'enveloppe du bac	Usure de la citerne de ravitaillement	Déversement dans la cuvette de rétention	Contrôle périodique est effectué sur tout le matériel afin de déterminer l'état d'avancement de la corrosion.
17		Déversement accidentel	Contrôle insuffisant	Déversement dans la cuvette de rétention	Vérification technique fonctionnelle du sprinkler

Fonction ou système : transformateur groupe électrogène					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
18	Transformateur groupe électrogène	Explosion incendie	Cours circuits, humidité, surcharge	Arrêt immédiat de la plate-forme de production	Maintenance périodique des différents organes de sécurité et de protection du transformateur, fusible, disjoncteurs, relais. Contrôle et régénération du déshumidificateur.
19			Fuite de gasoil	déversement	Contrôle de l'étanchéité des organes du groupe

Fonction ou système : Dangers Externes					
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
N°	**Produit ou équipement**	**Situation de danger**	**Causes**	**Conséquences**	**Sécurités existantes**
20	Foudre	Décharge électrique	Données climatiques	incendie	Paratonnerres
21	inondation		Fortes Pluies	Risque de surcharge des réseaux VRD	Dimensionnement suffisant du réseau de collecte
22	Risque de gel de réseau d'eau	Gel du réseau anti-incendie	Données climatiques	Risque d'éclatement de réseau	Utiliser un produit anti-gel
23	Incendie dans les installations avoisinantes	Effet domino	Causes diverses	Risque de propagation du feu au site	Eloignement suffisant ; moyen d'intervention externe
24	Malveillance		intrusion	incendie	Mise en place d'une clôture et de la télésurveillance
25	Risque routier	Accident camion citerne	Transport de matière dangereuse ; livraison	Morts ; Destruction équipements ; camions citerne	Formation des chauffeurs (Brevet professionnel)

6-2-E- synthèse des scénarios à modéliser

Les scénarios d'accidents majeurs à modéliser ont été retenus à la vue de leurs effets et l'énergie mise en jeu lors d'un événement accidentel. Les deux phénomènes principaux redoutés qui leur sont associés sont :

Le B.LEV.E et l'U.V.C.E.

Ils sont au nombre de 05 :

Scénario 1: relatif au réservoir de stockage –Cigare-

Scénario 2: relatif aux canalisations G.P.L

Scénario 3: relatif à la zone de stockage de bouteilles G.P.L

Scénario 4: relatif au Hall d'emplissage des bouteilles G.P.L

Scénario 5 : relatif au poste de chargement / déchargement

6-2-F- choix & étude de la grille de criticité [12]

Pour chaque cause identifiée, on cherche à définir le type d'événement redouté, et évaluer quelle sera la conséquence sur les cibles répertoriées.

Dans la colonne gravité : un nombre indique la gravité de chaque conséquence redoutée. L'échelle de gravité utilisée est donnée ci-dessous :

Gravité	Caractérisation de la gravité
G8 = Conséquences extérieures majeures hors établissement	Accident mortel et/ou irréversible d'une partie importante du personnel et/ou de la population et/ou conséquences majeures sur l'environnement
G4 = Conséquences extérieures graves hors établissement	Accident mortel et/ou irréversible d'une partie limitée du personnel et/ou de la population et/ou conséquences graves sur l'environnement
G2 = Conséquences limitées à l'établissement et/ou légères hors établissement	Accident corporel avec une incapacité permanente
G1 Conséquences limitées à une installation de l'établissement et/ou légères dans l'établissement	Accident corporel avec arrêt de travail

Tableau VI-2 : Définition des classes de gravité

Cette cotation est faite en faisant abstraction de tous les moyens de prévention et de protection.

Ensuite, pour chaque couple « cause/conséquence » identifié, les mesures indépendantes de prévention et de protection disponibles ou prévues sont listées.

Pour chaque cause, la colonne « fréquence » correspond à la fréquence d'apparition de l'événement indésirable identifié, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Fréquence	Evaluation d'occurrence
F8	Probable
F4	Rare
F2	Extrêmement rare
F1	Improbable

TableauVI-3 : Définition des classes de fréquence

Chaque couple F/G est ensuite projeté dans la matrice de criticité ci-dessous, afin d'estimer son caractère acceptable

Le produit des deux donnera le niveau du risque dont on pourra juger l'acceptabilité ou non.

Gravité 8	8	16	32	64
Gravité 4	4	8	16	32
Gravité 2	2	4	8	16
Gravité 1	1	2	4	8
	Fréquence 1	Fréquence 2	Fréquence 4	Fréquence 8

TableauVI-4 : Matrice de criticité

6-2-G- Acceptabilité du risque

A ce stade de l'étude, nous disposons de l'estimation des conséquences en terme de gravité et en probabilité. A partir de ces deux paramètres le niveau de risque sera positionné sur une grille ou l'acceptabilité du risque sera définie.

la zone verte correspond à un risque jugé comme tolérable (score ≤ 4),

la zone jaune (score = 8) pour laquelle il sera nécessaire de démontrer que le risque a bien été réduit jusqu'à un niveau aussi bas que raisonnablement réalisable,

la zone rouge (16 ≤ score ≤ 64) correspond à un risque intolérable.

Chaque scénario encore positionné dans cette zone rouge devra faire l'objet d'une démarche de réduction du risque par la mise en oeuvre de barrières complémentaires jusqu'à atteindre un niveau de risque tolérable..

Un risque toujours présent en zone rouge malgré la mise en place de barrières supplémentaires ne sera pas acceptable et des solutions alternatives sont à rechercher.

Sont jugés inacceptables, les évènements redoutés appartenant à une case rouge. L'objectif est de chercher à les rendre au moins acceptables.

soit en diminuant la gravité ou les conséquences, par la mise en place de moyens (ou barrières) techniques, humains, organisationnels de protection soit en diminuant la fréquence d'apparition, toujours à l'aide des barrières mais cette fois de prévention.

L'analyse a été réalisée sur chacun des systèmes (stockages sous pression, stockage à l'air libre et atelier), ce qui a permis de construire autant des matrices de risques.

6-3- QUANTIFICATIONS DES DIFFERENTS SCENARIOS

6-3-A- LES SCENARIOS ACCIDENTELLES MAJEURS RETENUS

SCENARIO 1 : RELATIF AU RESERVOIR DE STOCKAGE -CIGARE

RESERVOIR DE STOCKAGE (CIGARE)						
Situation dangereuse	**Causes**	**Conséquences**	**F**	**G**	**Risque**	**Mesures de prévention et moyens de protection**
Rupture d'un piquage (phase liquide	Malveillance	BLEVE	**1**	**8**	**8**	M.P.1.1
	Choc mécanique		**2**	**8**	**16**	M.P.1.2
	Corrosion/ fatigue		**2**	**8**	**16**	M.P.1.3
Eclatement (Ruine)	Malveillance	Rejets gazeux BLEVE UVCE	**1**	**8**	**8**	M.P.1.1
	Choc mécanique	Rejets gazeux	**4**	**8**	**32**	M.P.1.2
	Incendie	BLEVE	**4**	**8**	**32**	M.P.1.4
	Données climatiques (chaleur)	BLEVE	**1**	**8**	**8**	M.P.1.5
	Montée en pression / sur-remplissage	BLEVE	**1**	**8**	**8**	M.P.1.6
	Foudre	Explosion	**2**	**8**	**16**	M.P.1.7

Et chaque cigare est équipé :

- une sonde de température et de pression
- un jaugeur volumique ;
- de vannes manuelles de transfert ;
- rampes d'arrosage
- Soupapes de sécurité.

SCENARIO 2 : RELATIF AUX CANALISATION GPL

CANALISATIONS DE GPL						
Situation dangereuse	**Causes**	**Conséquences**	**F**	**G**	**Risque**	**Mesures de prévention et moyens de protection**
Rupture guillotine	Malveillance	Rejet gazeux	**1**	**8**	**8**	M.P.2.*1*
		BLEVE	**1**	**8**	**8**	
	Choc mécanique	Rejet gazeux	**4**	**4**	**16**	*M.* P.2.2
		BLEVE	**4**	**4**	**16**	
Fuite au niveau de la canalisation	Brides et vannes non étanches	Formation d'un nuage explosif	**4**	**4**	**16**	M P.2.*3*
	Fatigue métal / Corrosion	U.V.C.E	**4**	**4**	**16**	M. P. *2.4*

SCENARIO 3: RELATIF A L'EMPLISSAGE DES BOUTEILLES G.P.L

Hall d'emplissage						
Situation dangereuse	**Causes**	**Conséquences**	**F**	**G**	**Risque**	**Mesures de prévention et moyens de protection**
Rupture catastrophique d'une bouteille lors de l'emplissage (ruine)	Erreur opératoire / sur-remplissage	BLEVE	**1**	**4**	**4**	M. P .3.1
	Choc mécanique	Explosion	**4**	**4**	**16**	M. P .3.2
		BLEVE	**4**	**4**	**16**	
	Fatigue de l'emballage	Explosion	**4**	**4**	**16**	M. P .3.3
Fuite	Corrosion/fatigue	Formation d'un nuage explosif	**4**	**4**	**16**	M. P .3.4
	Robinetterie, joint d'étanchéité défectueux	UVCE	**4**	**4**	**16**	M. P .3.5
Incendie	Echauffement moteur d'entraînement	BLEVE	**1**	**4**	**4**	M. P .3.6
	Liaison équipotentielle défectueuse		**2**	**4**	**8**	M. P .3.7
	Outils non ADF		**2**	**4**	**8**	M. P .3.8

SCENARIO 4 : RELATIF AU ZONE DE STOCKAGE DES BOUTEILLES GPL

ZONE DE STOCKAGE DE BOUTEILLES GPL						
Situation dangereuse	**Causes**	**Conséquences**	**F**	**G**	**Risque**	**Mesures de prévention et moyens de protection**
Rupture catastrophique d'une bouteille lors de l'emplissage (ruine)	Erreur opératoire/ sur-remplissage	BLEVE	**1**	**4**	**4**	M .P.4.1
	Choc mécanique	Explosion	**4**	**4**	**16**	M.P.4.2
		BLEVE	**4**	**4**	**16**	
	Fatigue de l'emballage	explosion	**4**	**4**	**16**	M.P.4.3
	Forte chaleur (expostion au soleil)	BLEVE	**4**	**4**	**16**	M.P.4.4
fuite	Corrosion/ fatigue	Formation d'un nuage explosif	**4**	**4**	**16**	*M.P.4.5*
	Robinetteries défectueuses	UVCE	**4**	**4**	**16**	M.P.4.6
incendie	malveillance	BLEVE	**2**	**4**	**8**	M.P.4.7

SCENARIO 5 : RELATIF AU POSTE DE CHARGEMENT ET DECHARGEMENT

POSTE DE CHARGEMENT ET DECHARGEMENT						
Situation dangereuse	**Causes**	**Conséquences**	**F**	**G**	**Risque**	**Mesures de prévention et moyens de protection**
Détachements / arrachement du bras de chargement	Malveillance	Rejets gazeux	**1**	**4**	**4**	M.P.5.1
	Erreur humaine	Rejets gazeux	**4**	**4**	**16**	M.P.5.2
	Choc mécanique	Rejets gazeux	**4**	**4**	**16**	M.P.5.3
Fuite	Vanne / articulation non étanche	Formation d'un nuage explosif	**4**	**4**	**16**	M.P.5.4
	Rupture de flexible	Formation d'un nuage explosif	**4**	**4**	**16**	M.P.5.5
		Gelure (brûlure par froid)	**2**	**4**	**8**	*M.P.5.6*
Incendie	Mise à la terre défaillante	Morts	**4**	**8**	**32**	M.P.5.7
		Destruction des installations	**4**	**8**	**32**	
	Camion non conforme	Morts	**4**	**8**	**32**	M.P.5.8
		Destruction des installations	**4**	**8**	**32**	

6-3-B-MESURES DE PREVENTIONS ET DE PROTECTIONS

Présentation des principales barrières de prévention et de protection présentes sur site.

SCENARIOS 1 : Réservoirs de Stockage G.P.L

Mesure M.P.1.1 :

Le centre est muni d'un corps d'agents de sécurité industrielle chargés de la surveillance, de la prévention 24h / 24, l'éclairage du centre est assuré durant le soir.

Mesure M.P.1.2 :

Tous les camions citerne et véhicules accédant au centre sont obligés de respecter un circuit de circulation bien précis, interdisant d'approcher des zones classés 1 et 2. La circulation y est réglementée. Un contrôle est effectué à l'entrée au poste de garde principal.

Mesure M.P.1.3 :

Les cigares sont munis d'un système de doubles vannes avec une cuve de rétention permettant ainsi d'effectuer des opérations de vidange, de purge et de prélèvement.

Mesure M. P .1.4 :

Les projectiles, onde de choc, et radiations thermiques sont issus d'explosion limitrophe. Les sources de danger dans ce cas peuvent provenir du hall d'enfûtage, des camions citerne ravitailleurs. Une étude des effets thermiques et de surpression sera présentée plus loin dans ce document afin de pouvoir estimer les conséquences de ces explosions sur les cigares. A priori, vu le respect réglementaire des constructions, les cigares sont protégés des radiations et surpressions dangereuses, mais une étude technique sera faite afin de confirmer ou infirmer ces supputations.

Mesure M.P.1.5 :

Les cigares sont protégés par un paratonnerre.

Mesure M.P.1.6

Maintenance périodique des différents organes de sécurité et de protection du soupape, manomètre.

Mesure M.P.1.7

La protection contre la foudre est assurée par un paratonnerre.

Conclusion

Relativement aux stockages GPL, deux évènements majeurs peuvent être retenus pour caractériser le potentiel de danger :

La rupture catastrophique (ou ruine) du réservoir,

La rupture d'un de ses piquages (en règle général plus gros piquage en phase liquide).

Les effets potentiels de la rupture catastrophique d'un réservoir sont les suivants :

Effets de surpression dus à la détente de la phase gazeuse et à la vaporisation instantanée de la phase liquide lors de la rupture du confinement.

Effets de surpression dus à la combustion du nuage inflammable.

Effets thermiques de la boule de feu.

Effets missiles (projection de fragments).

SCENARIO 2 : RELATIF AUX CANALISATIONS G.P.L

Mesure M.P.2.1 :

Le centre est muni d'un corps d'agents de sécurité chargés de la surveillance et de la prévention, il fonctionne 24h (3x 8h) et 7j/7. Un très bon éclairage du centre est assuré durant le soir.

Mesure M.P.2.2 :

Tous les camions citerne et véhicules accédant au centre sont obligés de respecter un circuit de circulation bien précis, un contrôle rigoureux au poste principal un suivi interdisant d'approcher les cigares et le hall d'enfûtage.

Mesure M.P.2.3 :

Les canalisations GPL sont protégées par un paratonnerre du centre.

Mesure M.P.2.4 :

Les brides et vannes des canalisations sont soumises à un contrôle et à une maintenance périodique.

Un contrôle technique périodique est effectué sur toutes les canalisations afin de déterminer l'état d'avancement de la corrosion des canalisations GPL.

Conclusion

Relativement aux canalisations GPL, l'évènement majeur redouté est leur rupture.

Les effets potentiels d'une telle rupture sont les suivants :

Effets de surpression dus à la combustion du nuage inflammable.

Effets thermiques (feu torche : inflammation immédiate, flash fire, feu de nappe : inflammation retardée).

SCENARIO 3: RELATIF A L'EMPLISSAGE DES BOUTEILLES G.P.L

Mesure M. P .3.1 :

Le centre est muni d'un corps d'agents de sécurité chargés de la surveillance, il est composé de trois équipes qui se relayent durant 24h (3 x 8h). Quatre (04) postes de sentinelle occupés en permanence (24h/24) sont placés autour du centre une équipe est chargée de la prévention des risques. Un très bon éclairage du centre est assuré durant le soir.

Mesure M. P .3.2 :

Les installations du hall d'enfûtage et de réepreuve des bouteilles sont protégées par un paratonnerre**.**

Mesure M. P .3.3 :

Tous les camions citerne et véhicules accédant au centre sont obligés de respecter un circuit de circulation bien précis, interdisant d'approcher les cigares et le hall d'enfûtage. Un contrôle rigoureux est fixé à l'entrée du centre.

Mesure M.P.3.4 :

Les projectiles, onde de choc, et radiations thermiques sont issus d'explosion limitrophe. Les sources de danger dans ce cas peuvent provenir du hall d'enfûtage, des camions citerne ravitailleurs. Une étude des effets thermiques et de surpression sera présentée plus loin dans ce document afin de pouvoir estimer les conséquences de ces explosions sur les cigares. A priori, vu le respect réglementaire des constructions, les cigares sont protégés des radiations et surpressions dangereuses, mais une étude technique sera faite afin de confirmer ou infirmer ces supputations.

Mesure M. P .3.5 :

Un contrôle technique périodique est effectué sur toutes les bouteilles afin de déterminer l'état d'avancement de la corrosion, qui les valide ou réforme selon les normes de sécurité.

Mesure M. P .3.6 :

Les robinetteries sont changées périodiquement comme le prévoient la loi et les normes.

Mesure M. P .3.7

La maintenance et la vérification périodique des détecteurs de fuite.

Mesure M. P .3.8

Utiliser un matériel adéquat ADF.

Conclusion

Le scénario attendu au sein d'un hall d'emplissage est une fuite de GPL puis l'inflammation du nuage engendré inclus dans le bâtiment.

SCENARIO 4: RELATIF AU ZONE DE STOCKAGE DES BOUTEILLES G.P.L

Mesure M. P .4.1 :

Le centre est muni d'un corps d'agents de sécurité chargés de la surveillance ainsi que de la prévention, il fonctionne 24h (3 x 8h) et 7j/7. Un très bon éclairage du centre est assuré durant le soir.

Mesure M. P .4.2 :

La protection par des paratonnerres est normalisée pour la zone de stockage des bouteilles pleines de butane et propane.

Mesure M. P .4.3 :

En plus des mesures prises au point M.1.2, un risque d'effondrement des palettes est probable (un choc avec l'engin élévateur ou camion citerne).

Mesure M. P .4.4 :

Les projectiles, onde de choc, et radiations thermiques sont issus d'explosion limitrophe. Les sources de danger dans ce cas peuvent provenir du hall d'enfûtage, des camions citerne ravitailleurs. Une étude des effets thermiques et de surpression sera présentée plus loin dans ce document afin de pouvoir estimer les conséquences de ces explosions sur les cigares. A priori, vu le respect réglementaire des constructions, les cigares sont protégés des radiations et surpressions dangereuses, mais une étude technique sera faite afin de confirmer ou infirmer ces supputations.

Mesure M. P .4.5 :

Les joints des robinetteries doivent être changés avant chaque enfûtage de bouteille, les robinetteries quant à elles doivent être changées périodiquement comme le prévoient la loi et les normes.

Mesure M. P .4.6:

Un contrôle technique périodique est effectué sur toutes les bouteilles afin de déterminer l'état d'avancement de la corrosion, qui les valide ou réforme selon les normes de sécurité.

Mesure M.P.4.7

La sécurité du centre est assurée d'une manière permanente , un très bon éclairage est assurée durant la nuite

Conclusion

Relativement aux aires de stockage des bouteilles pleines ou vides non dégazées, les scénarios attendus sont :

La rupture catastrophique d'une bouteille

Une fuite sur une bouteille.

Les effets majorants correspondant à ces deux types de scénario seraient ceux générés par l'explosion du gaz situé au sein du milieu confiné que constitue l'aire de stockage.

SCENARIO 5 : RELATIF AU POSTE DE CHARGEMENT ET DECHARGEMENT

Mesure M. P .5.1

Le centre est muni d'un corps d'agents de sécurité chargés de la surveillance et de la prévention des risques , il fonctionne 24h (3 x 8h) et 7j/7. Un très bon éclairage du centre est assuré durant le soir.

Mesure M. P .5.2 :

La zone de ravitaillement en GPL est protégée par un paratonnerre du centre.

Mesure M. P .5.3 :

Tous les camions citerne et véhicules accédant au centre sont obligés de respecter un circuit de circulation bien précis un contrôle minutieux est appliqués à l'entrée du centre l'interdiction de s'approcher des cigares et du hall d'enfûtage.

Mesure M. P .5.4 :

Les projectiles, onde de choc, et radiations thermiques sont issus d'explosion limitrophe. Les sources de danger dans ce cas peuvent provenir du hall d'enfûtage, des camions citerne ravitailleurs. Une étude des effets thermiques et de surpression sera présentée plus loin dans ce document afin de pouvoir estimer les conséquences de ces explosions sur les cigares. A priori, vu le respect réglementaire des constructions, les cigares sont protégés des radiations et surpressions dangereuses, mais une étude technique sera faite afin de confirmer ou infirmer ces supputations.

Mesure M. P .5.5 :

Systématiquement, au point de transvasement de GPL les camions citerne de ravitaillement sont connectés à une prise de déchargement de l'électricité statique accumulée tout le long du trajet parcouru.

Mesure M. P .5.6 :

Un contrôle technique périodique est effectué sur les canalisations et bras de chargement afin de déterminer l'état d'avancement de la corrosion, qui les valide ou réforme selon les normes de sécurité.

Mesure M. P .5.7 :

Les bras de chargement sont soumis à une maintenance périodique comme le prévoient la loi et les norme**s.**

Mesure M.P.5.8

Veiller à la conformité des camions

Conclusion

La démarche est la même que pour les réservoirs de stockage

6-3-C- Estimation de l'effet du BLEVE :[04]

Différent formules de calcule principalement basés sur des corrélation empirique estiment les effets d'un BLEVE.

Dans le calcul ci-dessus on se place dans des conditions majorants et on considère que la totalité du liquide restant dans le réservoir au moment de la rupture, se vaporise.

Calcul de la boule de feu :

Calcul de diamètre :

$D_b = 6,48\ M^{0,325}$ ……(6-1)

D_b : diamètre de la boule de feu en (m) M : masse du liquide en (kg)

$M = 150\ m^3$

$P_{butane} = 0,57\ kg/l = 570\ kg/m^3$

Puisque par mesure de sécurité on remplie la sphère à 80 %

Donc $M = 150 \times 0,8 \times 570$

$M = 68400\ kg$

D'où : $D_b = 6,48 \times (684 \times 10^2)^{0,325}$

$D_b = 241,52$ m

Calcul de la durée de la boule de feu :

$t = 0,852\ M^{0,26}$ ……..(6-2)

t : la durée de la boule de feu en (s). M : la masse du liquide en (kg).

$t = 0,852 \times (684 \times 10^2)^{0,26}$

t = 15,40 s

Effet du rayonnement :

Calcul de la distance correspondante au seuil de létalité D_l :

Le seuil de létalité = la mortalité de 1% de personne par brûlure ($5kw/m^2$)

$D_l = 3,12\ M^{0,425}$ ……(6-3)

D_l en mètre M en kg.

D'où $D_l = 3,12 \times (684 \times 10^2)^{0,425}$

$D_l = 354,04$ m

Calcul de la distance corresp. au seuil de brûlures significatives (D_s) ($3kw/m^2$):

$D_s = 4,71\ M^{0,405}$ ……(6-4)

D_s en (m) M en (kg)

$D_s = 4,71 (684 \times 10^2)^{0,405}$

$D_s = 427,77$ m

Effet de surpression :

Calcul de la distance correspondante au seuil de létalité d_l

$d_l = 3,48\ M^{1/3}$ …….(6-5)

d_l en (m) M en (kg)

D'où $d_l = 3,48 (684 \times 10^2)^{1/3}$

d_l = 142,32 m

Calcul de la distance correspondante au seuil de blessures significatives d_s

$d_s = 8,7 \times M^{1/3}$ ……..…..(6-6)

d_s en (m) M en (kg)

$d_s = 8,7 \times (684 \times 10^2)^{1/3}$

d_s = 355,79 m

Conclusion **:**

La zone de stockage (zone du cigare) doit être installé à une distance d'au moins 1000 m loin des installations et agglomérations urbaines.

6-4- REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGER & DISPOSITIFS IMPORTANT POUR LA SECURITE(centre Enfûteur Ain Sefra)

Un des principaux objectifs de l'étude des dangers consiste à démontrer la bonne maîtrise des risques d'accidents majeurs par l'exploitant.

En vue de maîtriser ces risques, l'exploitant dispose de nombreuses mesures techniques et organisationnelles.

La démonstration de la bonne maîtrise des risques nécessite donc d'assurer que ces mesures sont correctement dimensionnées et maintenues dans le temps vis-à-vis des risques d'accidents majeurs.

Dès lors, l'identification des ELEMENTS IMPORTANT POUR LA SECURITE « E.I.P.S » constitue une pièce fondamentale à ce processus de démonstration et trouve naturellement sa place au coeur de l'étude des dangers.

Les éléments IPS sont déterminés par l'exploitant lors de l'analyse des risques menée dans le cadre de l'étude des dangers. Ils sont retenus de façon systématique pour chaque scénario d'accident majeur identifié.

Bien entendu, ce processus dépasse le simple cadre d'une identification formelle puisque l'exploitant s'engage à maintenir les performances de ces éléments IPS à un niveau jugé optimal compte tenu des risques à maîtriser.

L'étude des dangers doit donc décrire les actions à mener pour assurer que les éléments IPS remplissent au mieux leur fonction.

De ces barrières ont été retenues comme Eléments Importants Pour la Sécurité (EIPS), les barrières suivantes :

6-4-A- MOYENS D'INTERVENTION :

- ✓ **RESEAU ANTI-INCENDIE**

Le réseau anti-incendie est maillé, et réparti sur l'ensemble des installations G.P.L.

Il comprend :

Une (01) bâche à eau d'une capacité de 375 M^3.

Une (01) pomperie qui renferme :

Une (01) pompe de puits : fonctionnant en automatique, de débit 20 M3/h immergée à 30 mètres de profondeur dans une nappe phréatique, elle alimente la bâche à eau dès que le niveau de la réserve baisse après avoir reçu le signal du niveau mètre et assure de l'eau douce aux sanitaires.

une (01) pompes Jockey : fonctionnant en auto, de débit unitaire 20 M^3/h, ils servent à maintenir la pression au niveau du réseau à 12 bars.

Une (01) Electro-pompes : Fonctionnent en auto, débit unitaire 120 M3/h, alimentent le réseau en grande quantité d'eau.

Une (01) motopompes : fonctionnant au gasoil, débit unitaire 120M^3/h , qui alimentent le réseau en grande quantité d'eau.

- Système d'arrosage et de refroidissement :

Reparti sur l'ensemble des installations G.P.L, fonctionne en auto et en manuel grâce aux vannes à papillon motorisées (V.P.M), moyen d'intervention, sous forme de couronne au niveau des Cigares et de rampes au niveau des pomperies conçu contre la montée de pression et le Hall d'emplissage.

- Canon à eau :

Un 01 fonctionne en manu, est un moyen d'intervention, servent à diluer la nappe de gaz en cas de fuite et empêcher sa propagation et sa progression, grâce à un écran d'eau.

- Poteau d'incendie :

Au nombre de six (06) fonctionne en manu, moyen d'intervention contre un feu sec. (Herbes sèches)

- ✓ EXTINCTEURS

DESIGNATION	*NOMBRE*	*LOCALISATION*
EXTINCTEUR A POUDRE 09 Kgs	10	Repartis sur l'ensemble des armoires au nombre de Quatre (04), poste de chargement, hall de remplissage, camion-citernes et groupe électrogène.
EXTINCTEUR A POUDRE 50 Kgs	04	Repartis sur le poste de chargement, les (02) deux pomperies GPL et le parking .
EXTINCTEURS CO2 06 Kgs	18	Repartis sur l'ensemble des Quatre (04) armoires d'incendie et les installations électriques.

6-4-B- MOYENS DE PROTECTION :

CIGARES :

1) Coupe feu :

Les supports pieds sont enrobés en béton ignifuge (réfractaire) pour qu'ils soient protégés du feu qui peut faire perdre les caractéristiques mécaniques de la tubulure à cause de sa température (entre 600 et 1200° C) et éviter par la même occasion l'effondrement de la sphère.

3) Thermostat :

Si la température du liquide atteint les 45°C point consigne, le thermostat fait déclencher le système d'arrosage et de refroidissement pour diminuer de la pression à l'intérieur de la capacité.

4) Pressostat :

Dés que la pression (Incendie, présence du propane à l'intérieur de la Cigare Butane, présence de l'azote ou de l'air) atteint les neuf (09) bars point consigne, à l'intérieur de la cigare butane et les 16,7 dans la cigare propane le pressostat fait déclencher le système d'arrosage et de refroidissement.

5) Soupapes de sécurité :

Ouverture intempestive des soupapes, à dix (10) bars dans la cigare butane et 17,65 dans la cigare Propane qui projettent l'excès des gaz dû à une surpression, vers l'atmosphère et protègent la capacité d'une éventuelle rupture de l'enveloppe.

6) Niveau très haut :

Si le liquide arrive à un niveau très haut il y a fermeture automatique de la vanne de réception.

7) Niveau bas :

Fermeture automatique des vannes d'aspiration afin d'empêcher l'arrivée des gaz aux pompes.

POMPERIE :

1- Pompes internes

Elles sont protégées contre :

- la cavitation (poches d'air dans le gaz).
- Un défaut d'amorçage dû à un débit insuffisant (filtre obturé).
- Un débit excessif dû à une rupture de la canalisation de la phase refoulement. Plus de 60 m3 pour la pompe Butane et 30 m3 pour la pompe Propane.
- Une surpression du liquide (Risque de rupture de la canalisation ou de défaillance de l'équipement) en cas de fermeture de l'une des vannes manuelles ou motorisées (poste déchargement), le contacteur donne le signal à la vanne à membrane pour qu'elle recycle l'excès du liquide vers la cigare en cas de défaillance de celle-ci, c'est la soupape de recyclage qui la supplée.
- un défaut électrique (liaison équipotentielle).

2- Compresseurs à gaz

Ils sont protégés contre :

- la surpression (de 22 bars).
- Une Pression différentielle de 7 bars entre l'amont et l'aval, débit d'évacuation insuffisant.
- La présence du liquide à l'intérieur de la tuyauterie (Incompatibilité).
- Une pression d'huile de un (01) bar. (frottement des métaux, point chaud dû à une mauvaise lubrification)
- Un défaut électrique. (Surchauffe des fusibles)
- Une température élevée de 150 ° C. (Auto-inflammation supérieur à 400°C).

POSTE DE CHARGEMENT :

1) Canalisations :

De diamètre deux (02) et trois (03) pouces conçues par rapport aux débits de refoulement des pompes Butane et mixtes 60 et 30 m3/h.

2) Limiteur de débit :

Placé au niveau du by pass, assure une protection contre la vibration de la canalisation qui peut provoquer l'arrachement des bras phases liquide et retour du dispositif de chargement de la citerne, en contrôlant le débit à 51 m3/h pour le Butane et 35 M3/h pour le Propane à l'aide d'une vanne manuelle.

3) Système de purge :

Vannes, flexibles et canalisations conçus pour éliminer la pression des bras phases liquide et gazeuse vers le haut, en fin de chargement ou de déchargement.

4) Mise à la terre :

Pour une meilleure protection des individus, la mise à la terre a été jumelée à la pompe.

5) Soupape de recyclage : connectée à la canalisation de la purge à l'air libre de poste de chargement.

CAMIONS CITERNES :

- Pare-soleil : empêche que les rayons solaires inondent la citerne afin de lui éviter une montée de pression.
- Pare-flamme : évite la sortie des étincelles du tuyau d'échappement.
- Cache batterie : étouffe les étincelles des cosses produites par le contact.
- Coupe courant : élimine toute source d'électricité lors de l'arrêt.
- Vanne d'urgence : c'est la vanne de la conduite d'huile comprimé reliée à la pompe des clapets hydrauliques, actionnée en cas de fuite de gaz, afin qu'elle soit éliminée, en agissant sur la fermeture des clapets cités plus haut.

  Les nouvelles citernes sont équipées de vannes pneumatiques, leur fermeture en cas de fuite de gaz est liée à un arrêt d'urgence.

  - Mise à la terre.

  - Les soupapes de sureté tarées à 10 bars pour la butaniere et 19 bars pour la propaniere.

  - Manomètre, thermomètre et jauge rotative (Détermine le taux de chargement du produit dans la citerne)

Protection commune des installations.

1) Parafoudre :

Au nombre de deux (02), assure une protection pour les installations contre une décharge électrique foudre.

2) Système A.D.F :

C'est des coffrets électriques très étanches empêchent la pénétration des gaz.

3) Mises à la terre :

Evitent la concentration de l'électricité statique (Apparition des étincelles ou arc) créée par le frottement du liquide ou des gaz au métal pendant leur mouvement.

4) Liaisons équipotentielles et tresses de continuité :

Est une liaison entre les deux brides, mise à cause de la présence du joint klingerite (matière isolante), assure une fluidité du courant et empêche sa concentration.

5) Joint Klingerite :

Joint spécifique au G.P.L, mis entre les brides afin d'assurer une meilleure étanchéité et éviter les fuites de gaz.

6) Soupapes :

Placées au niveau des cigares.

✓ **Système de détection**

Le centre est doté de deux types de systèmes de détection :

1) Détection gaz : installé en bas des cigares et hall d'emplissage, la hauteur du détecteur par rapport au sol est comprise entre 40 et 60 cm. Le système réagit en cas de fuite de gaz par rapport à la limite inférieure et supérieure d'inflammabilité, entre 1,9% et 8,5% pour le Butane et entre 2,2% et 9,5% pour le Propane.

   La fuite de gaz est signalée au niveau de la salle de contrôle (Signal sonore et lumineux).

2) Détection flamme : installé en haut de la hall d'emplissage et de poste de chargement. Réagit à une température de 50 C° et fait déclencher le système d'arrosage.

L'incendie est signalé au niveau de la salle de contrôle (Signal sonore + lumineux).

- ✓ **Système d'intervention**

1) Arrêt d'urgence : se trouvent au niveau des différentes installations G.P.L (Pomperies transfert, réception, poste de chargement et salle de contrôle). Actionner en cas de fuite de gaz, son action permet la fermeture automatique des vannes des cigares et la mise à l'arrêt des pompes afin de diminuer de l'ampleur de la fuite.
2) Bris de glace : Installés au niveau des cigares, des pomperies G.P.L et des poste de chargement, reliés au système d'arrosage et de refroidissement. Utiliser en cas de sinistre l'agent doit briser la glace afin de faire déclencher le système d'arrosage et de refroidissement et donner l'alerte au niveau de la salle de contrôle (Signal sonore + allumage lumineux + délimitation de la zone du sinistre).
3) Système d'alerte : installés au niveau du bloc administratif (R.D.C) et poste de garde relié à la salle de contrôle.

- ✓ **Salle de contrôle :**

Salle de commande de toutes les vannes automatiques se trouvant sur les différentes installations (cigares, pomperie G.P.L, réseau anti-incendie et poste de chargement), reliées aux armoires électriques des tableaux synoptiques et schématiques du centre.

On y trouve les témoins des instruments de mesure et de protection (Thermostat, pressostat…) des différentes installations citées plus haut reliés aux boîtiers alarme process G.P.L et incendie.

Les instruments de mesure et de détection (Détecteur de gaz et de fumée) et d'intervention (Arrêt d'urgence et bris de glace) des différentes installations citées plus haut reliés au boîtier d'alarme incendie, au tableau synoptique et schématique de la salle de contrôle, la centrale de détection, du bureau de la sécurité et le boîtier sonore du poste de garde.

Les commandes de sélection des différentes opérations (Réception, aspiration, transvasement, chargement et déchargement).

Afficheurs digitaux de la hauteur du liquide au niveau des cigares.

✓ Indication :

Manomètre de pression : placés au niveau des cigares donnent le niveau de pression de la phase gazeuse et phase liquide, supplie le pressostat en cas de défectuosité de ce dernier.

✓ Contrôles périodiques :

- Il s'agit de la requalification décennale ou quinquennale ou le comportement des équipements (cigares, citernes, ballons d'air ou de gaz) est mis à l'épreuve, en les remplissant d'eau (Test hydrostatique), afin de constater la résistance du métal par rapport à la pression.

- Contrôle d'épaisseur : Les supports pieds sont aussi contrôlés s'ils sont touchés par la corrosion par un appareil d'ultra son (Vibration mécanique), après qu'ils soient dénudés du béton ignifuge.

- Contrôle annuel de la protection cathodique, des capteurs des parafoudres, système A.D.F et mis à la terre assuré par les agents de E.N.A.C.T.

- Le personnel d'exploitation, de maintenance installation fixe et de la sécurité industrielle, doit vérifier périodiquement le bon fonctionnement et l'état des instruments suivants:

1. Au niveau des Réservoirs de Stockage & salle de contrôle :

- Les Soupapes de Sûreté se trouvant sur les installations (cigares)
- Manomètres se trouvant au niveau des cigares et au sein de la salle de contrôle
- Thermomètres se trouvant au niveau des cigares et au sein de la salle de contrôle
- Indicateur de niveau local se trouvant au niveau des cigares et au sein de la salle de contrôle
- Les prises de terre.
- Serrage les presse-étoupes
- L'étanchéité de la tuyauterie.
- Systèmes fixes d'arrosage.
- L'état des systèmes de purge.
- Disponibilité du matériel de lutte contre l'incendie.
- Les instruments de détection (Température et de Gaz).
- Propreté des lieux (les lieux doivent être désherbés et nettoyés).

2 - Au niveau du Hall d'Emplissage :

- Manomètres
- Les soupapes de Sûreté
- L'étanchéité des pinces d'emplissage
- Les mises à la terre
- Serrage des presse-étoupes
- L'étanchéité de la tuyauterie
- Systèmes fixes d'arrosage
- Disponibilité du matériel de lutte contre l'incendie
- Le bon fonctionnement des aspirateurs de gaz au niveau des carrousels
- S'assurer du bon raccordement des bouteilles lors de la récupération du gaz
- Les instruments de détection (Température et de Gaz)
- Propreté des lieux (les lieux doivent être nettoyés et les issus bien dégagées).

3- Au niveau de la Pomperie G P L :

- Les soupapes de Sûreté
- L'étanchéité de la tuyauterie et brides
- L'étanchéité des pompes
- Les Mises de terre
- Serrage les presse-étoupes
- Systèmes fixes d'arrosage
- Les instruments de détection (Température et de Gaz)
- Disponibilité du matériel de lutte contre l'incendie
- Propreté des lieux (les lieux doivent être désherbés et nettoyés)
- Toute intervention de réparation ou de travaux dans cette zone est soumise à une autorisation.

Moyens d'Alerte :

DESIGNATIONS	NBRE	LOCALISATION
Sirène d'alarme	01	o Avec 04 Interrupteurs 01 au Niveau de Salle de Contrôle plus 02 sur les Guérites et un au poste police
Sirène d'alarme	01	o Sur le toit de la Salle de Contrôle.
Arrêt d'urgence	12	o 01 Salle de Contrôle + 04 Hall d'Emplissage + 02 Réservoir GPL + 01 Pomperie GPL.
Détecteur de gaz	14	o 06 Hall d'Emplissage +02 Pomperie GPL + 04 Réservoirs de Stockage.
Détecteur thermique	12	o Au niveau du Centre.

6-5- RECOMENDATIONS [05] **:**

Certaines mesures doivent être entreprises et aménagées en vue de mener dans les meilleures conditions le stockage et le transport de GPL .Ces mesures sont liées aux domaines :

- Facteurs humains ;
- Les logistiques (véhicules, Dépotage…) ;
- Les moyens de communications ;
- Le management ;
- La réglementation.

6-5-A- Les facteurs humains :

Ce facteur est l'un des plus important dans la mesure où il se situe au centre de la problématique; il y'a lieu d'agir et de réglementer essentiellement dans les domaines :

6-5-A-1- Comportement du personnel :

Il s'agit à ce niveau de :

1. Entreprendre une campagne de sensibilisation des conducteurs sur l'impérieuse nécessitée de respecter les dispositions législatives et réglementaires ainsi que les limitations de vitesse ;

2. Harmoniser une Check-list quotidienne des véhicules avant tout démarrage (cosigneé par le chauffeur et la sécurité industrielle) ;

3. Remise de récompense et décerner des primes aux conducteurs n'ayant pas enregistré d'accidents (implication de la direction aux remises des prix) et organiser une petite « cérémonie » ;

4. Sanctionner les conducteurs ayant été reconnus responsables d'accidents graves ;

5. Mettre en place un numéro de téléphone vert afin de permettre aux usagers des axes de circulation de signaler aux employeurs le mauvais comportement de leurs conducteurs.

6-5-A-2- Aptitude physique et mentale du personnel notamment les conducteurs :

Il y a lieu de privilégier une politique de prévention, par la mise en place stricte et permanente de :

1. Visites médicales d'embauche testant l'aptitude et l'endurance à la conduite ;

2. Visite médicale périodique en cours de carrière ;

3. Contrôle d'aptitude après toute maladie grave ou accident de travail ;

4. Certificat d'aptitude provisoire à la demande, lors des visites périodiques.

6-5-A-3- Qualification professionnelle :

Le facteur qualification professionnelle est la base d'un recrutement, il s'agit notamment de :

1. Présélection d'aptitude médicale (test physique et psychotechnique) avant toute formation ;

2. Exigence d'un niveau minimum avant recrutement ;

3. Formation spécifique préalable au transport de matière dangereuse et recyclage permanent ;

4. Formation pour l'obtention du Brevet Professionnel (B.P) ;

5. Rédaction, diffusion et vulgarisation de manuels en rapport.

6-5-B- Les moyens logistiques :

Ils se situent à deux niveaux :

6-5-B-1- Les véhicules :

Il faut prendre les mesures suivantes :

1. Pour les nouvelles acquisitions, prévoir les exigences ergonomiques dans les cahiers de charges;

2. Harmoniser et généraliser les panneaux de signalisation de sécurité sur tous les véhicules et citernes de transport de produits dangereux ;

3. Mettre en place un dispositif de limitation de vitesse pour les véhicules.

4- Les véhicules doivent être obligatoirement soumis à des visites techniques régulières et obligatoires effectuées par des organismes agrées,

5-Eléminerle matériel ne répondant pas aux normes.

6-5-B-2- Site d'emplissage :

S'assurer que le site d'emplissage est :

1. Suffisamment éclairé dans le cas où la manutention est effectuée de nuit ;
2. Protégé par un moyen sécurisé (clôture, cloison et autres systèmes de sécurité télésurveillance, infrarouge….);
3. Muni d'un système d'alarme;
4. Accessible seulement aux employés ayant une carte professionnelle.
5. Muni d'un registre d'entrée/sortie des matières dangereuses ;
6. Soumis aux vérifications régulières des mesures de sécurité mises en place;
7. Muni de personnel spécialisé qui manutentionne et transporte des matières dangereuses.

6-5-C- Moyens de Communications :

Les actions à entreprendre se situent au niveau des :

6-5-C-1- Moyens humains :

1. Transmettre aux employés les communiqués et les bulletins d'information traitant des mesures de sécurité à prendre en présence de matières dangereuses ;
2. Informer et coordonner les actions avec les autres partenaires de l'industrie.

6-5-C-2- Moyens matériels :

Il y a lieu de mettre en place un système de communication qui permette de joindre en tout temps et en tout lieu le personnel qui manutentionne ou transporte des matières dangereuses ;

6-5-D- Système de management de la fonction sécurité industrielle:

Il s'agit particulièrement de s'intéresser à la gestion quotidienne du travail et des personnes qu'il y a lieu d'adapter afin de tendre vers le risque zéro et à ce titre il est nécessaire de:

1. Réaménager les horaires de travail des conducteurs, dans le but de leur éviter la fatigue ;

2. Primer la fonction maintenance sur la fonction exploitation par le respect du programme de maintenance ;
3. Renforcer le contrôle des véhicules par le corps de sécurité ;
4. Ne recourir à la location de véhicules tiers que dans la mesure où ces derniers sont professionnels et acceptent un cahier de charge et un code de conduite ;

6-5-E- Au niveau réglementaire :

L'Etat doit prendre certaines mesures pour harmoniser le TMD notamment :

1. Aller vers l'application du RID (en restructurant si nécessaire l'infrastructure et renouvellent le matériel…) ;
2. S'adhérer à l'ADR même sur certaines réserves ;
3. Organiser la circulation des camions transportant la matière dangereuse les week-end et les jours de fêtes ;
4. Etablir des instructions spécifiques pour le transport des matières dangereuses ;
6. Etablir des instructions pour chaque matière transportée ;
7-Vulgariser les lois, surtout pour les opérateurs concernés par ce domaine

6-5-F- Participation du public :

Les meures suivantes sont préconisées :

1. Accessibilité du public aux informations contenues dans le rapport de sécurité ;
2. Avis du public sur l'implantation d'un nouvel établissement ;
3. Mise à la disposition du public de l'inventaire des substances dangereuses présentes dans l'établissement.
4. Elaboration des plans d'urgences externe (plan particulier d'intervention) en consultation avec le public.
5. Elaboration des plans d'urgences internes (plan d'Opération Interne) en consultation des représentant du personnel.

6-5-G- Formation du personnel :

1- introduction des modules de évaluation des risques, étude de dangers dans les formations sur site (surtout pour les spécialités en relation comme les ingénieurs des unités GPL) ;
2-introduire dans les écoles de formation de NAFTAL comme CFK et CFO le module de étude de danger pour les ingénieurs des CDS NAFTAL.

En conclusion : tout le monde est concerné par la sécurité des installations et des travailleurs surtout les riverains des zones industrielles, pour ce il faut sensibiliser les citoyens des dangers de GPL et les préventions de cette dernière à travers les divers moyens de media surtout que cette dernière constitut le quatrième pouvoir donc sont poids n’est pas négligeable.

Conclusion Générale

Nous mise en situation professionnelle nous a permet d'améliorer notre connaissances en matière de la sécurité industrielle dans le domaine de l'industrie pétrolière comme elle nous a permet de connaître les différents risques liés au stockage des hydrocarbures GPL et en particulier l'étude d'un cas via une méthode d'analyse des risques qui est l'objet de notre mémoire.

L'analyse des risques est le cœur de toute étude de dangers. Les objectifs de l'analyse des risques sont multiples. Parmi ceux-ci, on citera [42]:

• Identifier, de la façon la plus exhaustive possible, les scénarios susceptibles de conduire à un accident majeur quelque soit la phase d'exploitation des installations (fonctionnement normal, phases d'arrêt/démarrage, phases de maintenances, modes dégradés);

• Identifier les mesures de maîtrise des risques mises en oeuvre, sur une installation existante, ou prévues, dans le cas d'une installation nouvelle ;

• Vérifier que ces mesures permettent de maîtriser les risques définis dans l'étude de dangers.

Cette étape, fondamentale dans la démarche de maîtrise des risques, comporte, au plan méthodologique, deux étapes:

- l'analyse préliminaire des risques (APR) d'une part ; cette première étape conduit notamment à l'identification des phénomènes dangereux susceptibles de se produire suite à l'occurrence d'événements non désirés, eux-mêmes résultant de la combinaison de dysfonctionnements, dérives ou agressions extérieures sur le système. Elle permet également une hiérarchisation de ces situations accidentelles et une sélection des phénomènes dangereux pouvant conduire à un accident majeur.

l'étude détaillée des risques d'autre part ; cette deuxième étape consiste en un examen approfondi des accidents majeurs potentiels identifiés lors de l'APR, des scénarios (séquences d'événements) susceptibles d'y conduire et des mesures de maîtrise des risques associées.

Relativement à la réduction des risques, il s'agit aussi à ce stade de s'assurer de la performance et de l'adéquation des barrières de sécurité aux risques.

Donc l'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement

ou les biens, Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser les risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable.

Les mesures de couverture par la protection civile des risques industriels liés aux établissements classés sont précisées dans le PII (plan interne d'intervention) [45] et le PPI (plan particulier d'intervention). Etablé par le chef d'établissement d'un site, sous la responsabilité et en étroite collaboration avec la protection civile, le PII définit les mesures d'organisation, les méthodes d'intervention et les moyens nécessaires que l'exploitant doit mettre en œuvre en cas d'accident pour protéger les personnes et les installations.

Lorsque l'industriel ne maîtrise plus la situation avec ses propres moyens, le PII est déclenché, voire le plan ORSEC en cas de nombreuses victimes.

Références :

[01] AFNOR par François Boucher , Frédéric Boutet et Serge Glévarec 2008

[02] Analyse critique d'une étude de dangers d'une installation classée Ω-18, INERIS

[03] Recommandation de sécurité production stockage et l'exploitation des pétroles et du gaz naturel. BARBIER .Y

[04] Cours Protection Civile (DGPC), scénarios d'accidents majeurs /2006

[05] Cours formation HSE Batna ,2009 .

[06] Cindyniques concepts et mode d'emploi par Georges-Yves Kervern et Philippe Boullenger.

[07] Evaluation des barrières techniques de sécurités, Ω10, INERIS.

[08] Elaboration d'un mémento technique d'enquête après accident

[09] Guide méthodologique, plan de prévention des risques technologiques, MEDD

[10] LE BLEVE Indice 7 de décembre 2006.

[11] La sécurité industrielle (documentation de GPL).

[12] Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle Ω7, INERIS.

[13] Méthode pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels DRA006 (Ω5,INERIS)

[14] Manuel de sécurité (documentation de GPL).

[15] Organisation de la sécurité industrielle (documentation de GPL).

[16] Outils pratiques d'interprétation FDS (fiche de données de securité et prévention du risque chimique) par François Burgher et Laurence Mathieu , Joêl Blomet .

[17] Techniques de l'ingénieur Traite de l'entreprise industrielle.

[18] Règlement Général de sécurité (Sonatrach)

[19] Revue Algérienne de prévention INHS .

[20]Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels (fiabilité- facteurs humains-information) par Alain Villemeur

[21] Loi n°83-13 du 02 juillet 1983 relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles.

[22] Loi n° 88-13 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène et sécurité et la médecine du travail.

[23] Loi n°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets.

[24] Loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

[25] Loi n°04-20 du 25 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable

[26] Décret n°74-255 du 28 décembre 1974 fixant les modalités de constitution, les attributions et le fonctionnement de la CHS.

[27] Décret n° 84 / 378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoiement, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains.

[28] Décret n° 84 / 385 du 22 décembre 1984 relatif aux mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens.

[29] Décret n°85-231 du 25 août 1985 fixant les modalités et conditions d'organisations et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes.

[30] Décret n°85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophes.

[31] Décret n°86-132 du 27 mai 1986 fixant les règles de protection des travailleurs contre les risques de rayonnements ionisants ainsi que celles relatives au contrôle de la détention et de l'utilisation des substances radioactives et des appareils émettant des rayonnements ionisants.

[32] Décret N°90/78 du 27 février 1990 Relatif aux études d'impact sur l'environnement

[33] Décret N°90/79 du 27 février 1990 Relatif à la réglementation du transport des matières dangereuses ;

[34] Décret exécutif n° 90 / 78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement.

[35] Décret n° 91 / 05 du 19 janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail.

[36] Décret n° 93 / 120 du 15 mai 1993 relatif à l'organisation de la médecine du travail.

[37] Décret n° 93 / 161 du 10 juillet 1993 réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.

[38] Décret N°93/184 du 27 juillet 1993 Réglementant l'émission de bruits.

[39] Décret n° 96 / 13 du 15 juin 1996 modifiant et complétant la loi n° 83 / 17 du 16 juillet1983, portant code des eaux.

[40] Décret n°97-424 du 11 novembre 1997 fixant les conditions d'applications du titre V de la loi n°83-13 du 12 juillet 1983 modifiée et complétée relative à la prévention des accidents du travail.

[41] Décret n° 01-342 du 28 octobre 2001 relatif aux règles de sécurité des travailleurs contre le risque électrique.

[42] Décret exécutif n°06-198 du 31 mai 2006 relative aux établissements classés pour la protection de l'environnement.

[43] Décret exécutif n°07-144 du 19 Mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

[44] Décret exécutif n° 07-145 du 30 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impacts sur l'environnement.

[45] Décret n° 09-335 du 20 octobre 2009 fixant les modalités d'élaboration et de mise en œuvre des plans internes d'intervention par les exploitants des installations industrielles.

[46] Arrêté du 24/09/1996 fixant les prescriptions techniques et métrologiques applicables aux indicateurs de niveau des liquides dans les réservoirs de stockage.

[47] Arrêté interministériel du 10 février 1988 fixant les méthodes de contrôle en matière d'utilisation des sources radioactives et des appareils émettant des rayonnements ionisants.

[48] Instruction ministérielle R1 du 22 septembre 2003 relative à la maîtrise et la gestion des risques industriels impliquant des substances dangereuses.

[49] Instruction ministérielle R2 du février 2005 relative à la prévention, la maîtrise et la gestion des risques industriels et énergétique.

[50] Le Règlement Général De Sécurité GPL, la prévention dans les centres emplisseurs (NAFTAL) Mohammedia juillet 2005.