



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

-----  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

## MASTER

Protection de l'Environnement et Gestion des Risques

THEME :

**EVALUATION DES RISQUES D'IMPLANTATION D'UN CENTRE  
EMPLISSEUR DE GAZ GPL EN ZONE INDUSTRIELLE : CAS DU  
CENTRE EMPLISSEUR DE LA SOCIETE STAR OIL A DALOA  
(CENTRE-OUEST DE LA COTE D'IVOIRE).**

ANNEE ACADEMIQUE :  
2019-2020

N° D'ORDRE : 0304/2021

N° CARTE D'ETUDIANT :  
CI0415003774

LABORATOIRE :

BIODIVERSITE ET  
ECOLOGIE TROPICALE

Présenté par :

**AGOH Anoman Olivier**

JURY

**Président :** M. BONY Kotchi Yves, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guédé.

**Directeur :** M. ALIKO N'guessan Gustave, Maître de Conférences,  
Université Jean Lorougnon Guédé.

**Encadreur :** M. AZAH Comlan Nicodème, Ingénieur de conception, Direction Régionale  
du Pétrole, de l'Énergie et des Énergies Renouvelables de Daloa.

**Examineur :** M. AKESSE Djamatchè Paul Valéry, Maître-Assistant,  
Université Jean Lorougnon Guédé.

Soutenu publiquement

le : **18/02/2021**

DEDICACE

Je dédie ce mémoire :

A toute ma famille, en particulier à mon père AGOH Anoman Jean-Baptiste qui a été très tôt arraché à notre affection ;

A ma mère ANOUMA Sidjé pour ses prières et ses efforts inlassables ;

A tous mes frères, sœurs, mes cousins et amis pour leur soutien ;

A la famille Oyoua à Daloa qui m'a accepté comme leur enfant.

## REMERCIEMENTS

Mon mémoire de fin de cycle de Master Protection de l'Environnement et Gestion des Risques est le fruit de plusieurs mois de travail. Il n'aurait pas pu se dérouler correctement sans le soutien de plusieurs personnes physiques et morales qu'il me plait de remercier ici :

J'exprime ma gratitude à la Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, Mme TIDOU Abiba Sanogo épouse KONE d'avoir autorisé mon inscription dans cette Université.

Mes remerciements à M. KONE Tidiani, et M. AKAFFOU Doffou Célastique respectivement Vice-président en charge de la pédagogie et Vice-président en charge des relations extérieures, pour les efforts fournis quotidiennement en vue de la bonne marche de l'Université Jean Lorougnon Guédé.

J'adresse mes sincères remerciements M. KOUASSI Lazare, Directeur de l'UFR Environnement de l'Université Jean Lorougnon Guédé.

J'exprime toute ma gratitude à mon Directeur scientifique, M. ALIKO N'guessan Gustave pour ses prodigieux conseils, son soutien et contribution indéfectibles à la rédaction de ce mémoire. Je dis un grand merci à mon Président du jury qui n'a ménagé aucun effort pour présider à ma soutenance de Master suite à notre sollicitation.

Je remercie du fond du coeur mon encadreur professionnel M. AZAH Nicodème Comlan, Ingénieur des mines et hydrocarbures, pour sa contribution majeure dans l'enseignement et dans l'obtention des stages. Je voudrais réitérer mes sincères remerciements. Ce travail n'aurait pu être possible sans la confiance qu'il m'a accordée et les connaissances qu'il m'a transmises. Il n'a ménagé aucun effort pour mettre à ma disposition tout ce dont j'avais besoins pour ma formation au cabinet. Qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude.

Je remercie mon examinateur qui a fait preuve de disponibilité suite à notre sollicitation.

J'adresse également mes remerciements à Monsieur SORO Dramane, Monsieur GODI Flavien et mademoiselle KOUMAN Djinabou, chargés d'étude à PSIE, j'exprime ma reconnaissance pour leur abnégation au travail et surtout leur contribution dans la rédaction de ce mémoire.

J'adresse un grand merci à mes confrères de parcours en particulier à KONAN Brou Félix et surtout à ma sœur IRI Aya Blanche Prisca pour son dynamisme et sa rigueur dans le travail.

J'adresse un merci à mon ami AYEMON Jules et à mon amie AGRE Dorcas.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES ANNEXES.....	viii
INTRODUCTION.....	1
Partie I : GENERALITES.....	3
I.1    Présentation de la zone d'étude : la ville de Daloa.....	3
I.1.1    Situation géographique et administrative.....	3
I.1.2    Climat.....	4
I.1.3    Végétation et sols.....	4
I.1.4    Population et habitat.....	4
I.1.5    Zone industrielle et activités économiques.....	4
I.2    Produits pétroliers en Côte d'Ivoire.....	5
I.2.1    Typologie et composition.....	5
I.2.2    Cas spécifique des Gaz de Pétrole Liquéfié.....	5
I.2.2.1    Origines et caractéristiques principales.....	5
I.2.2.2    Risques liés aux propriétés.....	6
I.2.2.3    Transport et stockage.....	7
I.2.3    Cadre juridique et réglementaire.....	7
I.3    Description du centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié de Daloa.....	8
I.3.1    Présentation du promoteur : la société STAR OIL.....	8
I.3.2    Localisation et principales caractéristiques du site d'installation.....	8
I.3.3    Présentation des principales installations du centre emplisseur.....	9
I.3.3.1    Unités de travail.....	9
I.3.3.2    Composantes du hall d'emplissage du centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié de STAR OIL à Daloa.....	10

1.3.3.3 Principales canalisations du centre emplisseur des Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa .....	11
1.3.4 Principe de fonctionnement d'un centre emplisseur .....	11
Partie II : MATERIEL ET METHODES .....	13
II.1 Matériel .....	13
II.1.1 Ressources documentaires .....	13
II.1.2 Outils techniques et de traitement de données.....	13
II.2 Méthodes.....	13
II.2.1 Identification des dangers et des évènements redoutés .....	14
II.2.2 Evaluation préliminaire des risques.....	14
II.2.3 Validation des dangers identifiés avec le Groupe de Travail Analyse des Risques .....	16
II.2.4 Etude quantitative des risques .....	16
II.2.4.1 Représentation des différences distanciations des risques majeurs .....	16
II.2.4.2 Analyse des scénarios des accidents .....	18
II.2.4.3 Cinétique des évènements accidentels .....	20
II.2.5 Analyse de l'accidentologie.....	21
Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	22
III.1 Résultats.....	22
III.1.1 Inventaire des risques identifiés .....	22
III.1.1.1 Risques liés aux équipements .....	22
III.1.1.2 Risques liés aux utilités du centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa .....	25
III.1.1.3 Risques liés aux produits des Gaz de Pétrole Liquéfié.....	25
III.1.1.4 Risques liés aux dépotages et à l'emplissage des bouteilles .....	26
III.1.1.5 Risques liés aux effets dominos .....	26
III.1.2 Analyse préliminaire des risques du centre emplisseur des Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa .....	26

III.1.3 Etude quantitative des risques du centre emplisseur des Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa .....	31
III.1.3.1 Cas de BLEVE .....	31
III.1.3.1.1 Au niveau de la citerne de Gaz de Pétrole Liquéfié .....	31
III.1.3.1.2 Au niveau du cigare de 100 m <sup>3</sup> de GPL.....	32
III.1.3.1.3 Au niveau des bouteilles de butane.....	33
III.1.3.2 Cas de Feu torche .....	36
III.1.3.2.1 Au niveau de la pomperie de Gaz de Pétrole Liquéfié.....	36
III.1.3.2.2 Au niveau de la canalisation .....	37
III.1.3.3 Cas d'UVCE.....	38
III.1.3.3.1 Au niveau du cigare .....	38
III.1.3.3.2 Au niveau de la pomperie GPL.....	39
III.1.3.3.3 Au niveau de la canalisation .....	40
III.2 Discussion .....	41
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	44
REFERENCES.....	45

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

ADR :	Analyse Détaillée des Risques
AGEDI :	Agence de Gestion et de Développement Informatique
AOT :	Abidjan Operating Trading (Abidjan opère le commerce)
APR :	Analyse Préliminaire des Risques
ARIA :	Analyse Recherche Information et Accident
ATEX :	Atmosphère Explosive (explosible)
BARPI :	Bureau d'Analyse des Risques et Pollution Industrielle
BNI :	Banque Nationale Ivoirienne
BHCI :	Banque de l'Habitat de Côte d'Ivoire
BICICI :	Banque International pour le Commerce et l'Industrie en Côte d'Ivoire
BIAO :	Banque Internationale pour l'Afrique Occidentale
BLEVE :	Boil Liquid Expand (Expansion du liquide à ébullition)
BOA :	Bank of Africa (Banque d'Afrique)
BSCI :	Initiative de Conformité sociale en Business
CE :	Centre Emplisseur
CEDEAO :	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
COOPEC :	Coopérative d'Epargne et de Crédit
DDO :	Distillate Diesel Oil (Diesel distillé)
EIES :	Etude Impact Environnemental et Social
ERC :	Evènement Redouté Central
FDS :	Fiches de Données et de Sécurité
GESTOCI :	Société de Gestion des Stocks Pétroliers de Côte d'Ivoire
GIBT :	Groupe Ivoirien de Bois Tropicaux
GPL :	Gaz de Pétrole Liquéfié
GPLc :	Gaz de Pétrole Liquéfié caburant
GPS :	Global Positioning System (système de localisation mondiale)
GSPM :	Groupement des Sapeurs-Pompiers Militaire
HAZOP :	HAZards OPerability study (analyse de risques des procédés et opérations)
HC :	Hydrocarbure
HSEQ :	Hygiène, Sécurité, Environnement et Qualité
INERIS :	Institut National de l'Environnement Industriel et des risques
ISO :	International Standard Organisation
MMR :	Mesures de maitrise des risques

OHSAS :	Occupational Health and Safety Assessment Series (Series d'évaluation de la santé et de la sécurité au travail)
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
PETROCI :	Société Nationale d'Opérations Pétrolières de Côte d'Ivoire
POI :	Plan d'opération Interne
REx :	Retour d'Expérience
RGPH :	Recensement Général de population et de l'Habitat
SBV :	Société de Boulangerie et de Volaille
SEI :	Seuil des Effets Irréversibles
SEL :	Seuil des effets Létaux
SELS :	Seuil des effets Létaux Significatifs
SGBCI :	Société Générale de Banque en Côte d'Ivoire
SIB :	Société Ivoirienne de Banque
SODEXAM :	Société d'Exploitation de Développement Aéroportuaire Aéronautique Météorologique
TPAV :	Terminal Pétrolier Abidjan Vridi
UTM :	Universal Transversal Mercator (Mercator transversale universel)
UVCE :	Unconfined Vapor Cloud Explosion (Explosion de nuage gazeux confiné)
YAKRO :	Yamoussoukro



LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Matrice de criticité de risques et moyens de maitrise associés .....	15
Tableau II : Outil de cotation de la gravité des risques du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	17
Tableau III : Echelle de fréquence des risques du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	17
Tableau IV : Valeurs limites des différents seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées.....	19
Tableau V : Echelle de détermination de la cinétique d'occurrence d'un phénomène dangereux .....	20
Tableau VI : Synthèse des risques liés aux équipements du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	22
Tableau VII : Synthèse de l'APR du centre emplisseur de gaz GPL de la société STAR OIL à Daloa .....	27
Tableau VIII : Grille de criticité des risques du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	30
Tableau IX : Synthèse des évènements redoutés du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	31
Tableau X : Evaluation de l'effet : BLEVE de citerne de GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa.....	32
Tableau XI : Evaluation de l'effet BLEVE des cigares de GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa.....	33
Tableau XII : Evaluation de l'effet : BLEVE de bouteille.....	36
Tableau XIII : Evaluation de l'effet : feu torche au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa .....	36
Tableau XIV : Evaluation de l'effet : feu torche de canalisation.....	37
Tableau XV : Evaluation de l'effet : UVCE de cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	39
Tableau XVI : Evaluation de l'effet : UVCE au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa.....	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie de la ville de Daloa en Côte d'Ivoire .....	3
Figure 2 : Exemple d'un modèle de cigare de stockage de gaz butane utilisé dans le centre emplisseur GPL de la société STAR OIL de Daloa .....	7
Figure 3 : Localisation du centre emplisseur de gaz GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	9
Figure 4 : Matériel technique de l'étude .....	13
Figure 5 : Illustration du nœud papillon.....	19
Figure 6 : Cartographie effets thermiques du BLEVE de citerne de GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa .....	32
Figure 7 : Cartographie effets thermiques du BLEVE de cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	33
Figure 8 : Nœud papillon BLEVE des bouteilles de butane du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	35
Figure 9 : Cartographie des effets thermiques du BLEVE des bouteilles de gaz du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa .....	36
Figure 10 : Cartographie du feu torche au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa.....	37
Figure 11 : Cartographie du feu torche de canalisation du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	38
Figure 12 : Cartographie de l'UVCE de cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	39
Figure 13 : Cartographie de l'UVCE au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa.....	40
Figure 14 : Cartographie de l'UVCE de canalisation du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.....	41

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Image d'un carrousel et image d'un bascule de contrôle

Annexe 2 : Bascule de remise de poids pour B6 et B12

Annexe 3 : Découpage fonctionnel du centre emplisseur

Annexe 4 : Accidentologie

Annexe 5 : Fiche N°1 - Comptage des personnes

## INTRODUCTION

L'augmentation de la population mondiale se fait à un rythme exponentiel (Dumont, 2008). Cette évolution galopante a pour corollaire l'augmentation des besoins en énergie des habitants. La Côte d'Ivoire, l'un des pays mondiaux dont la population augmente rapidement ne déroge pas à cette règle. Elle va donc opter pour une politique de butanisation, afin de lutter contre la déforestation due à l'utilisation abusive du bois de chauffe dans les ménages (Dadié, 2005).

La surface totale du massif forestier ivoirien est de 3 millions d'hectares en 2018 contre 16 millions d'ha en 1960 à l'indépendance (Anonyme 1, 2018). Son exploitation intensive pour la production de charbon de bois de chauffe et pour l'industrie du bois affecte dangereusement l'environnement. Il s'ensuit les conséquences suivantes : disparition de certaines espèces d'arbres telles que l'iroko, l'acajou et le teck. Entre 1960 et 1990 le déboisement de la forêt s'est fait au rythme de 270 000 hectares/an selon le Ministère des eaux et forêts (Anonyme 2, 2013). En effet, soucieux des inconvénients que représente la déforestation, l'Etat Ivoirien a mis en place en 1993 une politique de vulgarisation du gaz butane (gaz domestique). Les ONG vont jouer un rôle important dans l'éducation et la formation des populations sur les avantages de l'utilisation du gaz butane et surtout dans la sensibilisation sur les impacts néfastes de la destruction des forêts (Anonyme 2, 2013). La vulgarisation de l'utilisation du gaz dans les ménages va créer une dépendance et donc une consommation croissante du gaz par les ménages. La consommation croissante du gaz va générer des pénuries chez les revendeurs de gaz qui ont des difficultés d'approvisionnement par les centres emplisseurs tous situés à Abidjan.

L'Etat va donc encourager la création de centres emplisseurs dans les grandes villes du pays, notamment à Abidjan, Bouaké, Abengourou, Yamoussoukro, San Pedro et bientôt à Daloa. Ainsi, la société STAR OIL a investi dans l'implantation d'un centre emplisseur de distribution de gaz à Daloa en vue de répondre à la problématique de pénurie de gaz dont fait face la Région du Haut Sassandra.

Cependant, ce centre emplisseur est classé dans la catégorie des établissements dangereux, insalubres et incommodes de première ou deuxième classe (DGH, 2018). Ce projet se situe en zone industrielle, sur la route de Zaguiguia, dans le quartier Kennedy 2, à l'Ouest de la ville de Daloa. Compte tenu, d'une part de la nature de l'installation et d'autre part du produit manipulé, le centre emplisseur GPL de la société STAR OIL peut présenter un risque majeur pour son voisinage et son personnel. De plus, toute organisation, quelle que soit son activité est exposée en permanence à de nombreuses incertitudes ou risques provenant de son environnement, de ses activités, de ses processus opérationnels, de son style de management,

des ressources humaines et de son système d'information. La connaissance de ces risques, pour mieux s'en protéger, s'avère être indispensable (Lacroix, 2007).

Depuis les années 2000, la gestion des risques a pris une importance capitale dans la vie des entreprises. Elle procède d'une approche globale et d'une prise en compte de plus en plus complète de toutes les vulnérabilités pouvant entraver la bonne marche de l'entreprise (Lacroix, 2007). Ainsi, il a été demandé à la société STAR OIL de mener une évaluation des risques liés à l'implantation d'un centre emplisseur GPL à Daloa afin d'éclairer les autorités compétentes sur la prise de décision quant à l'installation d'une telle unité industrielle à proximité de zones industrielles.

Ce travail vise à évaluer les risques liés à l'implantation d'un centre emplisseur GPL afin de supprimer ou minimiser leur apparition. De façon spécifique, il s'agira :

- d'identifier les dangers potentiels des risques liés à l'installation ;
- d'évaluer et de modéliser les risques majeurs du centre emplisseur ;
- d'analyser l'accidentologie des risques majeurs industriels des centres emplisseurs similaires au centre emplisseur GPL de la société STAR OIL.

Le présent mémoire s'articule autour de trois parties. La première partie est consacrée aux généralités. La seconde partie porte sur le matériel et les méthodes utilisés pour mener à bien ce travail. La troisième partie présente les résultats obtenus et leur discussion. La conclusion et les recommandations mettent fin à ce mémoire.



Partie I : GENERALITES

## I.1 Présentation de la zone d'étude : la ville de Daloa

### I.1.1 Situation géographique et administrative

Daloa est une ville du Centre-ouest de la Côte d'Ivoire (Figure 1). Chef-lieu du département de Daloa, elle est située dans le quadrilatère de coordonnées Universal Transversal Mercator (UTM) ; zone 29 Nord ; entre les longitudes Ouest  $6^{\circ}24'$  et  $6^{\circ}29'$  et les latitudes Nord  $6^{\circ}50'$  et  $6^{\circ}55'$ . Le département de Daloa est situé dans la région administrative du Haut-Sassandra. Il est limité au nord par les départements de Vavoua et de Zuénoula, au sud par ceux d'Issia et de Sinfra, à l'ouest par ceux de Duékoué et Bangolo et à l'est par celui de Bouaflé. Avec une superficie de  $5\,450\text{ km}^2$ , le département de Daloa occupe 28% de la surface de la région. Avant de devenir le chef-lieu de la région du Haut-Sassandra en 1996, Daloa fut successivement chef-lieu de subdivision administrative de Cercle puis du grand département de l'Ouest incluant Man, Issia, Gagnoa, Vavoua et Bouaflé et enfin de la région du Centre-Ouest (Anonyme 2, 1999).

La figure 1 présente la cartographie de la ville de Daloa en Côte d'Ivoire

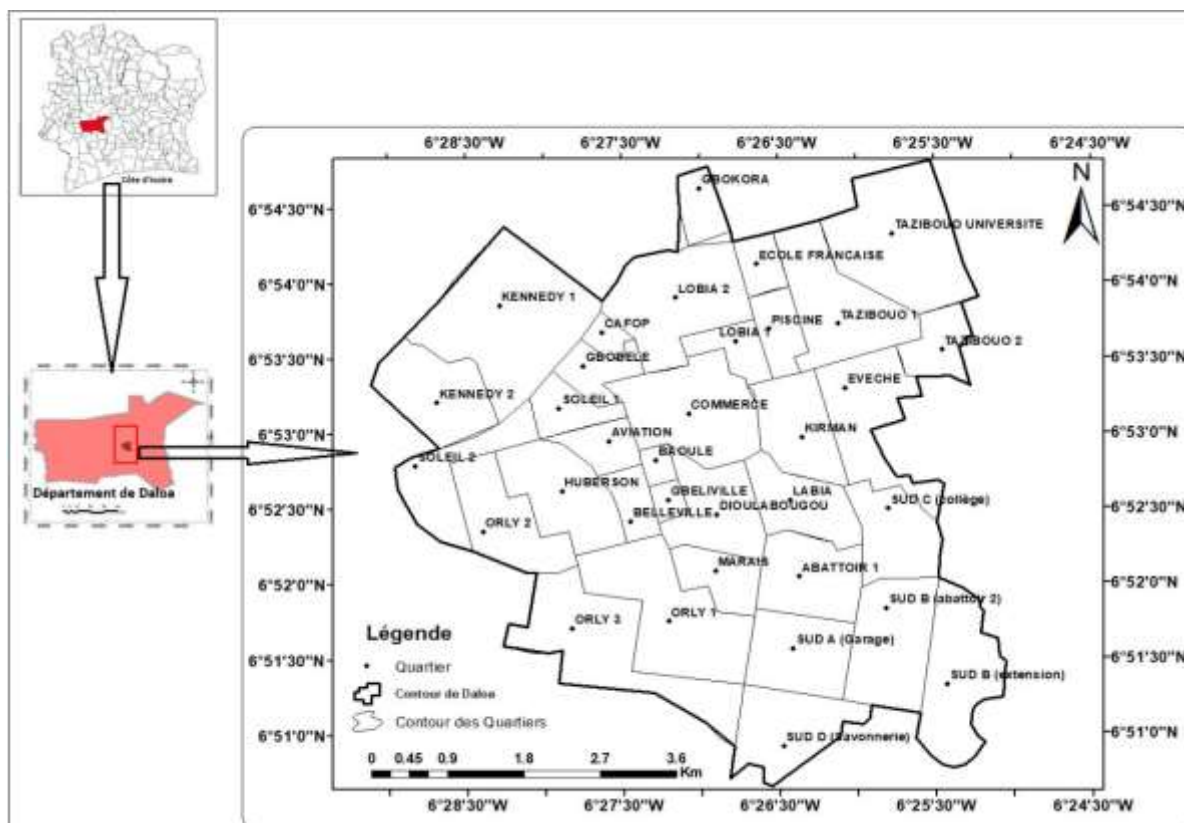


Figure 1 : Cartographie de la ville de Daloa en Côte d'Ivoire



### **I.1.2 Climat**

Le climat de la région de Daloa est de type tropical humide de transition. Ce climat est caractérisé par une saison sèche allant d'octobre à mars et une saison pluvieuse qui s'étend de mai à octobre avec deux maximas, l'un en juin et l'autre en septembre. Les saisons sèches et humides alternent avec des températures variant de 24,65°C à 27,75°C en moyenne. Avec des pluies annuelles qui sont passées de 1868,5 mm en 1968 à 1120,4 mm en 2005, la région connaît une baisse pluviométrique de l'ordre de 40% (Ligban *et al.*, 2009).

### **I.1.3 Végétation et sols**

La végétation de la région de Daloa est forestière au sud et de savane arborée au nord. Cette végétation est en constante régression du fait des activités agricoles (café, cacao, hévéa etc). Les sols sont de type ferrallitique fortement ou moyennement dénaturés (Ligban *et al.*, 2009).

### **I.1.4 Population et habitat**

La population de la ville de Daloa qui était de 163 575 habitants en 1998 est passé à 245 360 en 2014, c'est la troisième ville la plus peuplée de la Côte d'Ivoire (INS, 2014) après Abidjan et Bouaké. La population est composée d'autochtones bété, niaboua et gouro, d'allogènes baoulés, sénoufo, malinké et des populations de la CEDEAO ainsi qu'une communauté libanaise assez importante (Anonyme 2, 1999). On rencontre plusieurs types d'habitat dans la ville répartis en 5 catégories (haut standing, bon standing, moyen standing, évolutif, spontané) en fonction de leur niveau de services, de leur mode de construction et de la densité d'occupation. L'habitat de haut standing composé par des constructions individuelles de faible densité est localisé essentiellement au Nord de la ville dans les quartiers Piscine, Kirman et Tazibouo. L'habitat de bon standing a une densité moyenne et se développe dans les quartiers Piscine, Tazibouo, Lobia, Commerce et Orly.

L'habitat évolutif constitue la plus forte densité d'occupation et occupe la majeure partie de l'habitat à Daloa. On y trouve comme matériaux de construction le banco, le dur et le semi-dur. Les superficies des parcelles tournent autour de 500 m<sup>2</sup> et comportent plusieurs constructions. L'habitat de moyen standing est dispersé à l'intérieur des quartiers d'habitat évolutif (Anonyme 2, 1999).

### **I.1.5 Zone industrielle et activités économiques**

La zone industrielle de Daloa est située dans le quartier de Kennedy 2 dans la partie ouest de la ville de Daloa. Il existe dans cette zone industrielle divers types d'entreprise, notamment des scieries (GIBT et antilope), une société de boulangerie et de volaille (SBV). En ce qui concerne

les activités économiques, la ville de Daloa évolue dans un cadre régional caractérisé par de fortes potentialités agricoles (le café/cacao, l'anacarde, l'hévéa) et élevages (fermes de bovins, ovins/caprin, de porcins, de volailles). Elle est dotée d'infrastructures routières facilitant un trafic régulier de produits agricoles et d'élevages. Située en zone de forêt, la ville de Daloa est une zone de forte production vivrière (le riz, le manioc, l'igname et les maraichers). Daloa a sur son territoire neuf marchés dont 3 grands marchés de plus de trois mille (3000) places où s'exercent différentes activités commerciales et l'on note aussi la présence des commerces dans les différents quartiers de la ville. Les Etablissements bancaires représentés à Daloa sont les suivants : SGBCI, BICICI, BANQUE ATLANTIC, BSIC, ECOBANK, BNI, SIB, COOPEC, CAISSE D'EPARGNE, BOA, BIAO, BHCI, CORIS BANQUE (Anonyme 3, 2019).

## **I.2 Produits pétroliers en Côte d'Ivoire**

### **I.2.1 Typologie et composition**

Les produits pétroliers que l'on retrouve en Côte d'Ivoire se présentent sous deux formes : les liquides et les gaz. Les produits liquides sont essentiellement : le fuel lourd, le pétrole lampant, le supercarburant, le carbure-réacteur, le diesel distillé (DDO), le gasoil et le kérosène, Les produits gazeux concernent : le gaz naturel et le gaz de pétrole liquéfié (propane, butane, etc.) (DGH, 2018).

### **I.2.2 Cas spécifique des Gaz de Pétrole Liquéfié**

Les gaz de pétrole liquéfié (GPL) est un gaz liquéfié à faible pression contenant un ou plusieurs hydrocarbures légers qui est principalement constitué de propane, de propène, de butane, des isomères du butane, de butène avec des traces d'autres gaz d'hydrocarbures (Pierini, 2015).

#### **I.2.2.1 Origines et caractéristiques principales**

Les GPL proviennent principalement des champs de gaz naturel pour plus de 60%, et moins de 40% du raffinage du pétrole brut. En effet, en chauffant du pétrole, on obtient environ 2 à 3% de GPL. Il existe plusieurs champs pétroliers qui ont des teneurs variées. Il s'agit : du champ LION (huile et gaz), le champ PANTHERE (gaz), le champ FOXTROT (gaz), le champ ESPOIR (huile et gaz) et le champ BAOBAB (huile). L'on note quatre champs gaziers et un champ pétrolier en développement (Ayemon, 2013).

Les GPL sont stockés dans des réservoirs aériens, sous talus ou cavernes, puis ils sont acheminés jusqu'au client final (Pierini, 2015).

Les principales caractéristiques des GPL sont :

- Odeur : le GPL est inodore à l'état naturel, mais un odorant est ajouté pour des raisons de sécurité. Ce sont des composés sulfures tels que le diéthylmercaptan ou le diméthylsulfide.
- Toxicité : les GPL présentent un léger pouvoir anesthésiant. S'ils sont inhalés longuement, ils peuvent provoquer des migraines et des maux d'estomac.
- Dilatation : à l'état liquide, les GPL ont un haut coefficient de dilatation. Ils se dilatent de 0,25% par degré de température dont il faut tenir compte lors de leur stockage dans les récipients (le remplissage ne doit jamais être dépassé au maximum 85% de sa capacité).
- Réactivité : le propane et le butane sont chimiquement réactifs et ils peuvent détériorer certains caoutchoucs naturels ou certaines matières plastiques.
- Solubilité : les GPL sont insolubles dans l'eau, et ils n'ont pas de propriétés lubrifiantes ; indication qui doit être prise en considération lors du dimensionnement des compresseurs et des pompes.
- Tension de vapeur : la pression qui règne dans les récipients dépend de la température initiale du liquide et du soutirage éventuel effectué (Bendaas, 2017).

Concernant l'utilisation, il faut noter que le GPL s'est imposé essentiellement grâce à sa souplesse d'utilisation, en tant que combustible dans de nombreuses applications. Grâce à leurs atouts d'énergie propre et transportable, les GPL ont réussi à pénétrer des secteurs aussi divers que le résidentiel, la pétrochimie, l'agriculture, l'industrie et l'automobile (GPLc) (Youcef, 2014).

### **1.2.2.2 Risques liés aux propriétés**

Le Gaz de propane liquéfié est extrêmement inflammable. Le GPL, lorsqu'il se répand sous sa forme liquide, hors d'un conteneur sous pression, il s'évapore en produisant du froid. Au contact de la peau, il provoque des brûlures caractéristiques appelées "brûlures froides".

Les GPL présentent un léger pouvoir anesthésiant. S'ils sont inhalés longuement, ils peuvent provoquer des migraines et des maux d'estomac.

(Bendaas, 2017). Du fait de son caractère inflammable, le GPL présente des risques susceptibles d'occasionner des dommages tant sur l'environnement naturel que humain. Les phénomènes accidentels les plus probables sont : les explosions, les incendies, les collisions, des jets enflammés (Abbes, 2010).

### **I.2.2.3 Transport et stockage**

#### **- Transport du GPL**

Le transport des produits pétroliers sur le territoire ivoirien se fait principalement par camions citernes de capacités variables. C'est la première étape de l'activité d'un centre emplisseur GPL. Cependant, il existe un pipeline Abidjan-Bouaké long de 378 km pour le ravitaillement des dépôts livranciers dont le tronçon Abidjan-Yamoussoukro long de 258 km est en exploitation depuis juillet 2013. (DGH, 2018). En Côte d'Ivoire, l'on dénombre quatre (04) dépôts pétroliers, TPAV, GESTOCI-YAKRO, Shell-Vridi, AOT. (DGH, 2018).

#### **- Stockage du GPL**

Il existe deux types de stockages : le stockage aérien (cigare, sphère) et le stockage souterrain (réservoir sous talus). Pour le centre emplisseur GPL de la société STAR OIL, le stockage est de type aérien avec une capacité stockage de 100 m<sup>3</sup>, de diamètre 2,4 m et de longueur 21,47 m.

La figure 2 présente l'image du cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL de Daloa.



Figure 2 : Exemple d'un modèle de cigare de stockage de gaz butane utilisé dans le centre emplisseur GPL de la société STAR OIL de Daloa

### **I.2.3 Cadre juridique et réglementaire**

Les textes qui régissent l'activité pétrolière sont de plusieurs ordres. Ils vont du code pétrolier, des arrêtés et/ou décrets et plus tard à l'étude d'impact environnemental et social.

#### **- Codes pétroliers**

Les codes pétroliers de 1970, de 1990 et de 1996 sont les trois phases de l'évolution pétrolière en Côte d'Ivoire. Le dernier contenu dans le code de l'environnement, prévoit des principes de précautions, des dispositions préventives et pénales pour la protection de son environnement. A titre des dispositions préventives, le code pétrolier de 1996 en ses articles 49 et 50 prévoient la réalisation des opérations pétrolières de telle manière que soit assurée, en toutes circonstances, la conservation des ressources naturelles, notamment des gisements

d'hydrocarbures, et que soient dûment protégées les caractéristiques essentielles de l'environnement. A cet effet, il doit effectuer toutes les opérations et travaux en utilisant les techniques confirmées en usage dans l'industrie pétrolière internationale et prendre notamment toutes mesures destinées à préserver et à protéger les environnements, milieux et écosystèmes naturels, ainsi que la sécurité des personnes et des biens.

- Arrêtés et/ou décrets

Les arrêtés, en général, sont des décisions expliquant les lois adoptées. Les textes du colonisateur sont la base des textes ivoiriens en vigueur dont les plus significatifs sont les suivants :

Le décret 20 octobre 1926 est relatif aux réalisations d'infrastructures ou dépôts pour la distribution des produits pétroliers dans la colonie ;

L'article 13 de l'arrêté n°13 Sem. Cab. DH du 27/02/1974 ordonne aux opérateurs privés d'informer les autorités publiques, des types de transactions pétrolières (quantités vendues ou utilisées) effectuées au cours de l'année.

Au-delà du code pétrolier et des arrêtés et/ou des décrets, le souci de l'Etat est de faire une gestion durable des zones d'exploitation des hydrocarbures. Ces raisons l'ont poussé à mettre en place une Etude d'impact environnemental et Social (EIES) outre le code de l'environnement.

### **I.3 Description du centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié de Daloa**

#### **I.3.1 Présentation du promoteur : la société STAR OIL**

STAR OIL est une PME/PMI spécialisée dans l'industrie pétrolière et les hydrocarbures, créée en 2006. Son siège social est situé à ABIDJAN-COCODY.

#### **I.3.2 Localisation et principales caractéristiques du site d'installation**

Le site d'étude est situé en zone industrielle de Daloa, à proximité de la route de Zaguiguia, dans la partie ouest de la ville de Daloa. Ses coordonnées géographiques sont de 6°53'30"N et 6°28'1"W.

Le site est caractérisé par une zone industrielle divers types d'entreprise, notamment des scieries (GIBT et antilope), une société de boulangerie et de volaille (SBV), et des habitations.

La figure 3 présente la localisation du centre emplisseur de gaz GPL de STAR OIL à Daloa.



Figure 3 : Localisation du centre emplisseur de gaz GPL de la société STAR OIL à Daloa

### **I.3.3 Présentation des principales installations du centre emplisseur**

Un centre d'emplisseur est composé de plusieurs compartiments dont les principaux sont :

- les unités de travail ;
- le hall d'emplissage ;
- les canalisations.

#### **I.3.3.1 Unités de travail**

Les unités de travail sont réparties comme suit :

- stockage de GPL composé de :
  - deux cigares de GPL
  - pompes d'alimentation de la ligne manuelle
  - compresseurs GPL
- lignes de GPL sont constituées de canalisations de GPL ;
- chargement/ déchargement qui constitue le poste de dépotage ;
- hall d'emplissage contient :
  - ligne manuelle ;
  - ligne automatique ;
  - zone de stockage de bouteille neuve et pleine
- pesage composé de pont bascule
- local technique qui comprend :
  - pomperie incendie
  - compresseur d'air

- TGBT + inverseur
- groupe électrogène
- Transformateur
- stockage d'eau incendie composée de Bacs d'eau incendie
- bâtiments renfermant des :
  - bureaux
  - guérites
- palettisation et stockage des bouteilles composés de camions, chariots, aire de stockage
- aire de circulation où circulent les camions citernes
- parking véhicules personnels et visiteurs

### **I.3.3.2 Composantes du hall d'emplissage du centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié de STAR OIL à Daloa**

Le hall d'emplissage est le local où l'essentiel du processus d'emplissage est réalisé.

Le GPL provenant de la pomperie sera régulé automatiquement sur un skid de régulation pour rester dans une marge de pression convenant à notre procédé 9 à 11 bars. Ce skid ne régule que la pression de GPL de la ligne automatique, celle de la ligne Manuelle est régulée depuis la pompe dédiée à cette ligne.

- La ligne automatique comporte 8 unités. Elle est conçue pour l'emplissage des bouteilles de type B6 et B12 (respectivement 6Kg et 12Kg de GPL) ;
- La palettiseuse, machine entièrement modulaire se décompose comme suit :
  - Une ossature en tôle pliée à forte inertie permettant d'obtenir une meilleure résistance ;
  - Un élément d'entraînement avec arbre de transmission recevant les pignons d'entraînement et groupe motoréducteur ;
  - Un élément de renvoi recevant les pignons fous montés sur paliers tendeurs.
  - Un poste de chargement avec poussoir pneumatique, arrêt de casiers, témoin de présence et arrêt de bouteilles en aval du poussoir ;
  - Un poste de déchargement avec poussoir hydraulique, témoin de présence et arrêt de casiers des modules intermédiaires dont le nombre varie en fonction des exigences d'exploitation.
- L'unité d'anti-bourrage permet d'espacer les bouteilles vides qui sortent de la palettiseuse ;

- Le poste de tabulation permet d'entrer les tares des bouteilles en vue du chargement sur les bascules d'emplissage sur carrousel ;
- L'admission tangentielle sert à mettre les bouteilles de façon précise sur le plateau de pesée des bascules d'emplissage sur carrousel ;
- Le carrousel sert à charger les bouteilles. Son régime tournant se fait grâce à un motovario-réducteur. Sa vitesse est réglée en fonction de l'admission et de l'éjection des bouteilles. (Annexe 1)
- La bascule de contrôle

Après emplissage et éjection des bouteilles du carrousel un contrôle de poids est fait pour vérification, elle se fait sur cette unité composée d'un poste de tabulation, de deux bascules de contrôles et d'un dériveur de bouteille (annexe 1).

- La bascule de remise de poids

Cette unité permet de rectifier le poids en plus ou en moins après contrôle des bouteilles B6 et B12 (annexe 2).

- La machine à Retreindre les Manchons

Cette machine est destinée à rétreindre les manchons thermo rétractables après la pose sur le robinet ou la valve de la bouteille (annexe 2). Après emplissage des bouteilles, deux (02) chariots élévateurs sont utilisés pour assurer le déplacement des bouteilles remplies et le chargement des camions destinés à la distribution des bouteilles vers les lieux agréés (lieux de dépôt).

### **I.3.3 Principales canalisations du centre emplisseur des Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa**

Les canalisations et connexions sont en acier soudé, avec des raccords par brides boulonnées selon les règles de l'art (République française). Aussi, ils disposeront et seront conçus de telle sorte que :

- Les contraintes mécaniques par flexion et par dilatation notamment ne puissent compromettre la résistance des tuyauteries ;
- Les corrosions extérieures des tuyauteries au contact des supports soient évitées ou puissent être facilement surveillées.

### **I.3.4 Principe de fonctionnement d'un centre emplisseur**

Le fonctionnement d'un centre emplisseur suit les étapes suivantes :

- Les camions GPL destinés à l'approvisionnement des centres de stockages du GPL se présentent au poste de dépotage vrac ;



- Connexion du bras articulé de dépotage ;
- Chargement des camions citernes à partir des installations de stockage par l'intermédiaire de compresseur à gaz ;
- Le GPL vrac en provenance du camion-citerne est stocké dans des réservoirs GPL vrac (02 citernes) ;
- L'emplissage des bouteilles B12 commence par la vérification par le poste de surveillance de la qualité des bouteilles ;
- Le GPL est soutiré des citernes par pompes vers le hall d'emplissage ;
- Les bouteilles vides dé-chapeautées et transportées par la chaîne automatique (convoyeur), subissent l'emplissage lors de la rotation du carrousel, mise en place des écrous d'inviolabilité ;
- Les bouteilles subissent un test d'étanchéité après emplissage ;
- Les bouteilles fuyardes sont retirées du circuit et celles qui ne présentent pas d'anomalies sont chapeautées et transmises par la palettiseuse au stockage de palettes de 35 bouteilles ;
- Le chargement des bouteilles par chariot élévateur au niveau de l'aire de stockage ;
- Chargement des camions de conditionnement par palette unitaire de 35 bouteilles butane (Abbes, 2010).

## Partie II : MATERIEL ET METHODES

## **II.1 Matériel**

### **II.1.1 Ressources documentaires**

Les ressources documentaires se composent :

- du rapport de l'étude d'impact Environnementale et Sociale (EIES) du centre emplisseur de STAR OIL de Daloa ;
- de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- des études de dangers des centres emplisseurs de : ORYX ENERGIE Bénin, ORYX Abengourou, PETROCI Bouaké et Abidjan.

### **II.1.2 Outils techniques et de traitement de données**

Les outils techniques utilisés au cours de cette étude sont constitués de :

- un GPS pour la géolocalisation ;
- un appareil photo pour les prises de vue ;
- du logiciel CAMEO ALOHA 5.4.4. pour la modélisation des risques majeurs ;
- un drone Photo pour les prises de vue aérienne ;
- du logiciel Google earth qui a permis la superposition des risques majeurs modélisés ;
- des Fiches pour les collectes de données ;
- Un Ordinateur pour le traitement des données ;
- un décamètre pour les mesures de distance.



GPS



appareil photo



drone



détamètre

Figure 4 : Matériel technique de l'étude

## **II.2 Méthodes**

Les méthodes utilisées dans cette étude s'inscrivent dans une démarche progressive qui peut être exposée en 5 étapes qui sont :

- Identification des potentiels de dangers et des événements redoutés ;

- Evaluation préliminaire des risques ;
- Validation des dangers identifiés avec le Groupe de Travail Analyse des Risques ;
- Etude quantitative des risques
- Analyse de l'accidentologie ;

### **II.2.1 Identification des dangers et des événements redoutés**

Cette étape consiste à :

- collecter des données de l'environnement du site (visite du site du projet) ;
- collecter des données sur le descriptif du projet (toute la documentation sur l'avant-projet définitif, les plans des installations, les caractéristiques des équipements) ;
- faire un découpage géographique et/ou fonctionnel du plan d'installation des équipements afin d'avoir une vue détaillée et exhaustive de l'ensemble des installations (Annexe 3) ;
- collecter des données sur l'accidentologie de ce type de projet: il s'agit de consulter la base de données de BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels), ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) pour avoir le Retour d'Expérience (REx) sur les accidents qui se sont déroulés sur ce type d'installation (Annexe 4) ;
- reconstituer l'accidentologie des installations similaires en Côte d'Ivoire ;
- reconstituer l'accidentologie des installations similaires de STAR OIL ;
- faire des recherches bibliographiques sur la sécurité spécifique à ce type d'installation.

### **II.2.2 Evaluation préliminaire des risques**

L'évaluation préliminaire des risques a pour objet d'identifier les causes et les conséquences potentielles découlant des situations dangereuses provoquées par des dysfonctionnements des installations étudiées, en se basant sur l'accidentologie et une méthode connue d'évaluation qui est l'Analyse Préliminaire des Risques (APR). Cette évaluation permet de caractériser le niveau de risque des événements redoutés. L'analyse intègre ainsi des situations anormales ou exceptionnelles telles que les défaillances mécaniques des équipements, les erreurs humaines, les erreurs de produits, etc. Ces événements redoutés sont reportés dans la matrice dite « grille de criticité » (Tableau I) en fonction de leur niveau de probabilité et de gravité ; on parle de la hiérarchisation des risques. Par référence à la matrice Gravité x Probabilité ci-après (circulaire française du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées), chaque

phénomène dangereux est repéré dans les tableaux d'analyse des risques, par un code couleur qui permet de visualiser son niveau de risque (ou criticité), sans prise en compte des barrières et avec prise en compte des barrières. Ceci permet :

- d'une part, d'identifier les phénomènes dangereux « critiques » (cases rouges et orange) qui feront l'objet d'une modélisation et détermination quantifiée de la gravité des effets ;
- d'autre part, de montrer si des mesures de maîtrise des risques existent et si elles sont suffisantes pour rendre le risque acceptable ;

Tableau I : Matrice de criticité de risques et moyens de maitrise associés

Gravité	Probabilité (sens croissant de E à A)				
	A	B	C	D	E
DESASTREUX					
CATASTROPHIQUE					
IMPORTANT					
SERIEUX					
MODERE					
	NON				
	MMR 2				
	MMR 1				
	ACCEPTABLE				

*Source : circulaire française du 10 mai 2010*

Les probabilités d'occurrence sont cotées de E à A dans le sens croissant.

E : probabilité d'occurrence  $F < 10^{-5}$

D : probabilité d'occurrence comprise entre  $10^{-4} > F > 10^{-5}$

C : probabilité d'occurrence comprise entre  $10^{-4} > F > 10^{-3}$

B : probabilité d'occurrence comprise entre  $10^{-3} > F > 10^{-2}$

A : probabilité d'occurrence  $F > 10^{-2}$

Pour trouver le niveau de risque (majeur ou mineur), on fait une combinaison de gravité d'avec la probabilité.

MMR : Moyen de Maitrise de Risque.

La zone en rouge « NON » est une zone de risques élevés qui implique des accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur et hors des limites du site.

Les zones en orange « MMR 2 » : sont des accidents « critiques » devant donner lieu à une modélisation et détermination quantifiée de la gravité des effets ainsi qu'à une analyse visant à vérifier la suffisance des mesures de maîtrise des risques, le cas échéant, à proposer des mesures complémentaires.

Les zones en jaune « MMR 1 » : sont les accidents maîtrisés par les mesures de maîtrises du risque déjà mises en place.

Les zones en vert : sont des zones de risque moindre : accidents « acceptables » donc il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé et à surveiller).

La matrice de criticité MMR ci-dessus est prise en compte comme un outil permettant d'apprécier le niveau de risque, quelle que soit l'installation.

Le classement des phénomènes dangereux dans la matrice résulte de l'étude détaillée des niveaux de gravité et de probabilité des effets des phénomènes dangereux considérés comme majeurs.

### **II.2.3 Validation des dangers identifiés avec le Groupe de Travail Analyse des Risques**

Il s'agit de mettre en place un groupe de travail sur la base de leur expérience sur ce type d'installation. Ce groupe est composé des experts en sécurité industrielle de PSIE (dont nous avons fait partie), du responsable QHSE de STAR OIL.

Les analyses de risques sont préparées en amont par le cabinet d'étude PSIE, puis validées par le Groupe de Travail Analyse des Risques (GTAR).

### **II.2.4 Etude quantitative des risques**

L'analyse quantitative des risques a pour objet l'évaluation précise et quantifiée des effets des événements d'accident majeurs retenus par :

- la modélisation des conséquences des événements redoutés ;
- l'attribution d'un niveau de risque quantitatif pour chaque événement étudié, défini par un couple niveau de gravité/niveau de probabilité.

La gravité est évaluée sur la base d'une échelle de gravité. Le nombre de personnes exposées à l'extérieur du site est défini conformément à la fiche n°115 (le comptage des personnes) donnée dans la circulaire française DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28 décembre 2006 et la circulaire française du 10 mai 2010 (paragraphe 8.2 de ce document) (annexe 5).

L'analyse quantitative doit ainsi permettre la confrontation des événements avec les mesures de prévention, de protection et d'intervention et la définition de mesures compensatoires éventuelles, jusqu'à atteindre un niveau de risque acceptable.

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) se réalise selon une démarche. Il s'agit:

- d'éliminer les éléments qui sont dans le vert (par référence à la grille de criticité) ;
- de disposer des outils de quantifications: CAMEO ALOHA (pour la modélisation des Phénomènes dangereux), un tableur, le nœud papillon.

#### **II.2.4.1 Représentation des différences distanciations des risques majeurs**

La modélisation des phénomènes dangereux est la représentation de la distanciation des risques majeurs. Elle a été effectuée à l'aide du logiciel CAMEO ALOHA version 5.4.4. Ce logiciel est utilisé pour des situations d'urgence. Après la modélisation, on superpose les seuils des effets sur le site d'implantation du centre emplisseur.

Le tableau II présente l’outil de cotation de la gravité des risques du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa. Il permet d’évaluer les dommages d’un sinistre sur le personnel, le voisinage, le matériel et l’environnement.

Tableau II : Outil de cotation de la gravité des risques du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

Domaines affectés	Niveau de gravité				
	1	2	3	4	5
Personnel présent dans l’établissement Personnel hors de l’établissement	Pas d’effets létaux ou premiers effets irréversibles	Premiers effets létaux ou effets irréversibles peu étendus	Effets létaux ou irréversibles peu étendus	Effets létaux ou irréversibles étendus	Effets létaux ou irréversibles largement étendus
Matériel	Pas de Dommage	Dommages matériels mineurs réparables	Dommages irréparables limités aux équipements de l’unité	Dommages affectant les unités adjacentes (effet domino possible)	Dommages étendus Dommages en dehors des limites du site
Dommages sur l’environnement naturel	Pollution négligeable, pas d’impact significatif sur l’environnement (retour à l’état initial quasi immédiat)	Impact significatif sur l’environnement et nécessitant des travaux de dépollution minimales	Atteintes sévères à l’environnement limité au site avec récupération en bassin de contrôle nécessitant des travaux importants de dépollution (<1 an)	Atteintes majeures à des zones vulnérables hors du site avec répercussions à l’échelle locale nécessitant des travaux lourds de dépollution (> 1 an)	Atteintes Catastrophiques dans une zone largement étendue hors du site avec effets irréversibles nécessitant des travaux lourds de dépollution (dépollution > 5 ans)

Source : ITW Spraytec. (2011).

L’échelle de fréquence permet d’estimer la probabilité d’un évènement redouté.

Cette échelle se présente comme indiqué dans le tableau III. Pour cette étude, le niveau de fréquence semi-quantitative a été utilisé.

Tableau III : Echelle de fréquence des risques du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

Niveau de Fréquence	E	D	C	B	A
Qualitative	<p><b>Possible mais Extrêmement peu probable</b></p> <p>N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'installations</p>	<p><b>Très improbable</b></p> <p>S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</p>	<p><b>Improbable</b></p> <p>S'est déjà produit dans ce secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité</p>	<p><b>Probable</b></p> <p>S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation</p>	<p><b>Courant</b></p> <p>S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctrices</p>
Semi-quantitative	Intermédiaire entre échelles qualitatives et quantitatives, permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place.				
Quantitative	$F < 10^{-5}$	$10^{-4} > F > 10^{-5}$	$10^{-3} > F > 10^{-4}$	$10^{-2} > F > 10^{-3}$	$F > 10^{-2}$

Source : Arrêté ministériel du 29/09/2005

#### II.2.4.2 Analyse des scénarios des accidents

Le nœud papillon des risques est une analyse des scénarios des accidents. Il permet pour un événement redouté :

- d'analyser les combinaisons de causes et vérifier l'adéquation des mesures d'atténuation (à l'aide d'un arbre des causes) ;
- de déterminer les effets et dommages, en fonction de la disponibilité des mesures d'atténuation et de protection. La figure 5 présente un modèle de nœud papillon.



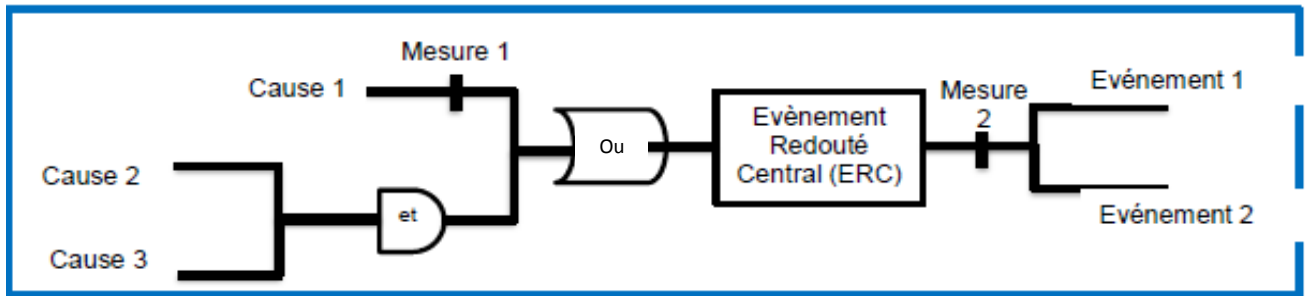


Figure 5 : Illustration du nœud papillon

Pour déterminer les seuils à appliquer pour la présente étude, les textes (français) suivants ont été pris comme référence :

- l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- l'arrêté du 22 octobre 2004 relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées ;
- le guide technique relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées - version octobre 2004 – INERIS ;
- les rapports d'étude sur la toxicité de certains produits – INERIS.

Tableau IV : Valeurs limites des différents seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées

TYPE DE SEUIL	SEUIL	DEFINITION
Seuil des effets dominos	$\Phi = 8 \text{ kW/m}^2$	Ce seuil correspond au seuil de dégâts graves sur les structures. Il correspond également au seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.
Seuil des premiers effets Létaux	$\Phi = 5 \text{ kW/m}^2$	Il correspond à la zone des dangers graves pour la vie humaine.
Seuil des effets Irréversibles	$\Phi = 3 \text{ kW/m}^2$	Ce seuil correspond à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine comme les blessures dues à des effets secondaires de la surpression et dégâts réparables.

Source : INERIS (2004)

### II.2.4.3 Cinétique des évènements accidentels

La cinétique d'un événement d'accident correspond à la vitesse d'enchaînement des différents événements constitutifs de l'événement central, depuis l'événement initiateur jusqu'aux conséquences sur les éléments vulnérables. On définit deux (2) niveaux de cinétique d'évènements accidentels :

- cinétique lente : le développement du phénomène accidentel, à partir de sa détection, est suffisamment lent (>> 30 minutes) pour permettre de protéger les populations exposées avant qu'elles ne soient atteintes.
- cinétique rapide : 30 minutes (exemple : feu de torchère, feu de cuvette, BLEVE ou boilover (boule de feu), feu de cellule, dispersion de produits ou de fumées toxiques).

L'estimation de la cinétique d'un événement d'accident permet de valider l'adéquation des mesures de protection prises ou envisagées. Les critères de classification de la cinétique des phénomènes sont définis dans le tableau V.

Tableau V : Echelle de détermination de la cinétique d'occurrence d'un phénomène dangereux

Niveau de Cinétique	Grandeur de temps Associée	Définition
Notion intrinsèque		
Tardif	Une à plusieurs heures avant le phénomène de danger.	Les phénomènes dangereux et la propagation de leurs effets vont se dérouler après une période longue pendant laquelle des moyens de protection et d'évacuation peuvent être mis en place.
Rapide	Quelques minutes à une heure avant le phénomène de danger et la propagation de ses effets.	Les phénomènes dangereux et la propagation de leurs effets vont se dérouler de manière rapide et nécessitent la mise en place des moyens de protection au plus tôt.
Instantané	Quelques millisecondes à quelques minutes avant la réalisation du phénomène de danger et la propagation de ses effets.	Les phénomènes dangereux et la propagation de leurs effets vont se dérouler de manière instantanée, tout du moins par rapport au déclenchement de sa cause ultime.
Notion relative à la mise en place des barrières de protection		
Lente	Variable	La cinétique permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations.

Source : Valodea (2012)

### **II.2.5 Analyse de l'accidentologie**

L'accidentologie est l'étude des accidents survenus dans les installations industrielles, notamment de leurs causes et de leurs conséquences. Cette étape nous a permis de connaître les causes et les conséquences des accidents survenus sur les installations similaires aux centres emplisseurs, leurs gravités ainsi que leurs effets. Elle nous a également permis de coter les risques en matière de probabilité. L'accidentologie détaillée se trouve en annexe (Annexe 4).

A decorative horizontal border with a scroll-like appearance on the left and right sides, containing the text 'Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION'.

## Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION

### III.1 Résultats

#### III.1.1 Inventaire des risques identifiés

L'identification des risques du projet nous a permis de montrer les différents potentiels dangers que présente la phase de construction du centre emplisseur. Ce sont : les risques liés aux équipements, les risques liés aux procédés, les risques liés aux utilités, les risques liés aux produits, les risques liés aux effets dominos.

##### III.1.1.1 Risques liés aux équipements

Les équipements présents sur le site sont les cigares, les bacs à incendie, les bouteilles de gaz, les pompes et compresseurs de GPL, les camions citernes, le TGBT. Tous ces équipements présents sur le site représentent des dangers potentiels dans leur utilisation. En effet, les principaux évènements initiateurs pouvant entraîner des évènements à redouter tels que l'épandage de GPL, le court-circuit, les effets de surpression et de dépression dans la citerne, la source d'ignition sont la perte de confinement de réservoir, le dysfonctionnement électrique, l'erreur de manipulation (humaine) et la rupture d'un joint. De plus, ces évènements à redouter sont les principales causes qui conduisent aux phénomènes dangereux, notamment, l'UVCE, le BLEVE, le Feu torche, la pollution du sol, la dispersion atmosphérique, les incendies d'origine électrique etc. Le tableau VI présente les risques liés aux équipements du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.

Tableau VI : Synthèse des risques liés aux équipements du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

Nature de l'élément	Types de défaillances (évènements initiateurs)	Evènements redoutes centrales (ERC)	Evènements majeurs (phénomènes dangereux)
Réservoirs de stockage de GPL (5 cigares)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dysfonctionnement des sondes de niveau (surremplissage)</li> <li>- Hausse/baisse de la température</li> <li>- Hausse/baisse de la pression</li> <li>- Perte de confinement du cigare</li> <li>- Rupture de piquage</li> <li>-Dysfonctionnement de vanne/soupape</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Epanchage de GPL</li> <li>- Surpression dans l'équipement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersion atmosphérique</li> <li>- Feu de nappe</li> <li>- Feu torche</li> <li>- UVCE</li> <li>- BLEVE</li> </ul>

Tableau VI : (suite)

Nature de l'élément	Types de défaillances (événements initiateurs)	Evènements redoutés centraux (ERC)	Evènements majeurs (phénomènes dangereux)
Bac à eau incendie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rupture d'un joint, d'un piquage sur un bac</li> <li>– Rupture de liner</li> <li>– Rupture ou brèche de la robe du bac</li> </ul>	Epanchage d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Electrocutation</li> <li>– Inondation des pompes incendie</li> <li>– Destruction de la pomperie incendie</li> <li>– Court-circuit électrique</li> </ul>
Poste de dépotage	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Surremplissage de la citerne</li> <li>– Erreur de manipulation (humaine)</li> <li>– Rupture de joint, raccord ou flexible de chargement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Epanchage de GPL</li> <li>– Court-circuit</li> <li>– Epanchage de carburant de camion</li> <li>– Surpression/dépression dans la citerne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dispersion atmosphérique</li> <li>– Feu de nappe de carburant</li> <li>– Incendie</li> <li>– Feu torche</li> <li>– UVCE</li> <li>– BLEVE de la citerne</li> </ul>
Zone de palettisation des camions / zone de stockage de bouteilles	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erreur humaine</li> <li>– Chute de palettes</li> <li>– Dysfonctionnement sur le camion</li> <li>– Perte de confinement du réservoir du camion</li> <li>– Perte de confinement de bouteille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Court-circuit</li> <li>– Epanchage de carburant</li> <li>– Epanchage de GPL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incendie</li> <li>– Pollution du sol</li> <li>– Dispersion atmosphérique</li> <li>– Feu de nappe</li> <li>– Feu torche</li> <li>– UVCE</li> <li>– BLEVE de bouteille</li> </ul>
Hall d'emplissage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreur humaine, erreur opératoire</li> <li>-Dysfonctionnement du centreur, et du poste de peser</li> <li>– Surremplissage de la bouteille</li> <li>– Erreur de manipulation (humaine)</li> <li>– Perte de confinement des joints ou des flexibles du banc de vidange</li> <li>– Perte de confinement de la cuve de vidange</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Epanchage de GPL</li> <li>– Source d'ignition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispersion atmosphérique</li> <li>– Feu torche</li> <li>– Onde de choc de l'éclatement de bouteille</li> <li>– UVCE</li> <li>– BLEVE de bouteille</li> <li>– Incendie d'origine électrique</li> </ul>

Tableau VI : (suite)

Nature de l'élément	Types de défaillances (événements initiateurs)	Evènements redoutes centrales (ERC)	Evènements majeurs (phénomènes dangereux)
Pompes GPL / compresseur GPL	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dysfonctionnement de pompes GPL ou du compresseur GPL</li> <li>- Perte de confinement de canalisation GPL</li> <li>-Dysfonctionnement des vannes, de joint</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surpression dans les canalisations</li> <li>- Perte de confinement de la pompe</li> <li>- Epanchage de GPL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersion atmosphérique</li> <li>- Feu torche</li> <li>- UVCE</li> </ul>
Pont bascule	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dysfonctionnement électrique</li> <li>- Chute de camions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Court-circuit électrique</li> <li>- Epanchage de GPL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Dispersion atmosphérique</li> <li>- Feu torche</li> <li>- Onde de choc de l'éclatement de citerne</li> <li>- UVCE</li> <li>- BLEVE de citerne</li> </ul>
Camions citernes, camions bouteilles (aire de circulation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collision</li> <li>-Dysfonctionnement électrique (circuit électrique du camion)</li> <li>- Perte de confinement de citerne ou de bouteilles</li> <li>- Perte de confinement de réservoir du camion</li> <li>- Haute pression de la phase gazeuse dans les citernes et les bouteilles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Court-circuit électrique</li> <li>- Epanchage de GPL</li> <li>- Epanchage de carburant</li> <li>- Surpression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersion atmosphérique</li> <li>- Feu de nappe</li> <li>- Feu torche</li> <li>- UVCE</li> <li>- BLEVE de citerne et de bouteille</li> <li>- Pollution du sol</li> </ul>
Equipements et installations des bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dysfonctionnement coffrets ou circuits électriques</li> <li>-Surchauffe d'appareil électronique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Court-circuit électrique</li> <li>- Feu nu</li> </ul>	Incendie

Tableau VI : (suite et fin)

Nature de l'élément	Types de défaillances (événements initiateurs)	Evènements redoutes centrales (ERC)	Evènements majeurs (phénomènes dangereux)
Compresseur d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dysfonctionnement électrique</li> <li>-Dysfonctionnement de compresseur et réservoir d'air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Court-circuit électrique</li> <li>- Surpression dans le ballon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Eclatement du ballon</li> <li>- Effets de surpression</li> </ul>
Groupe électrogène	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dysfonctionnement électrique</li> <li>- Perte de confinement du réservoir de gasoil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Court-circuit électrique</li> <li>- Epanchage d'HC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Pollution du sol</li> <li>- Feu de nappe</li> </ul>
TGBT Transformateur	Dysfonctionnement électrique	Court-circuit électrique	Incendie
Parking véhicules personnel et visiteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dysfonctionnement électrique (circuit électrique)</li> <li>- Perte de confinement de réservoir</li> <li>- Collision</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Court-circuit électrique sur véhicule</li> <li>- Epanchage d'hydrocarbures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendie</li> <li>- Feu de nappe</li> <li>- Pollution du sol</li> </ul>

### III.1.1.2 Risques liés aux utilités du centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa

Les éléments considérés dans cette partie sont l'électricité, l'eau, l'huile hydraulique et l'air comprimé et instrument. En ce qui concerne l'électricité, la perte du réseau public peut être à l'origine d'un départ d'évènement redouté tel que la perte fonctionnelle des installations de lutte contre incendie, la perte de l'éclairage, la perte fonctionnelle partielle du réseau de détection gaz et flamme et l'arrêt automatique des installations électriques. Pour un manque d'eau, on aura une impossibilité d'intervention sur un incendie, aussi, pour un manque de fluide hydraulique, cela occasionnerait une perte fonctionnelle des lignes automatiques. Pour un dysfonctionnement de compresseur d'air, nous pouvons assister à une perte fonctionnelle des équipements pneumatiques.

### III.1.1.3 Risques liés aux produits des Gaz de Pétrole Liquéfié

Les produits GPL présentés sur le site sont le butane, le gasoil et l'huile hydraulique.



Du fait du caractère très inflammable et explosif du GPL, le site du centre emplisseur présente de multiples risques à savoir : le BLEVE, les incendies, la dispersion atmosphérique, le feu de nappe de produits gazeux, etc.

#### **III.1.1.4 Risques liés aux dépotages et à l'emplissage des bouteilles**

Les conditions opératoires comportent des dangers potentiels liés à la pression et à la température de service dans les canalisations, les pompes et les équipements de stockage ainsi que l'électricité statique au dépotage du GPL. En effet, pour être transporté ou stocké à l'état liquide, le butane doit être maintenu sous des conditions de pression, cela comporte un risque lié à la grande pression de transport et de stockage.

#### **III.1.1.5 Risques liés aux effets dominos**

L'effet domino désigne une suite de causes à effets, réagissant en chaîne suite à une première action, une première cause. C'est une réaction en chaîne qui peut se produire lorsqu'un changement mineur provoque un changement comparable à proximité, qui provoquera un autre changement similaire, et ainsi de suite au cours d'une séquence linéaire. Il s'agit dans le cas de la présente étude des effets suivants :

- effets domino internes au site, le site étant émetteur et récepteur : ce sont des effets thermiques ou de surpression dus à un incendie, un feu torche, des projections de débris enflammés ou une explosion (UVCE ou BLEVE) d'une installation du site vers d'autres unités du même site.
- effets domino externes au site, le site étant émetteur : dans ce cas de figure, les effets thermiques, de surpression ou missiles dus aux phénomènes d'UVCE, de BLEVE, de feu torche ou de projection d'une unité du site affectent le voisinage de STAR OIL.
- effets dominos externes au site, le site étant récepteur : cette problématique concerne, surtout les effets thermiques, de surpression, missiles ou projection de produits enflammés des habitations du voisinage qui viendraient menacer les installations du site. Les effets dominos susceptibles d'atteindre le centre emplisseur sont des incendies probables des habitations ou des feux de végétation à proximité du site. On note, en outre, le parking d'où les effets thermiques et de surpression liés au feu torche, feu de nappe, UVCE/BLEVE de citerne et de bouteilles peuvent atteindre le centre emplisseur.

### **III.1.2 Analyse préliminaire des risques du centre emplisseur des Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa**

En fonction de la zone et du système du centre emplisseur, 47 phénomènes dangereux ont été recensés. Les zones de risques élevés qui impliquent des accidents inacceptables susceptibles

d'engendrer des conséquences désastreuses, catastrophiques et importantes à l'intérieur et hors des limites du site sont la zone de stockage de GPL, le poste de dépotage et de déchargement, l'air de circulation, le hall d'emplissage et la zone de palettisation et de stockage des bouteilles de gaz butane. Ces accidents inacceptables sont le feu torche au niveau des canalisations et des cigares, l'UVCE et le BLEVE. Ces événements redoutés sont reportés dans le tableau VII en fonction de leur niveau de probabilité et de gravité.

Concernant le tableau VIII, seuls les risques majeurs issus des zones rouge, orange et jaune ont fait objet d'une analyse détaillée car ce sont des accidents inacceptables. Sur les quarante-sept phénomènes dangereux obtenus, trois sont de type majeur avec un niveau de gravité désastreux, catastrophique et important. Aussi, quarante-quatre sont de type mineur avec un niveau de gravité sérieux et modérés.

Tableau VII : Synthèse de l'APR du centre emplisseur de gaz GPL de la société STAR OIL à Daloa

<b>Zones</b>	<b>Systèmes</b>	<b>Evénement Redouté Central</b>	<b>Phénomènes dangereux</b>	<b>Code de scénarios</b>	<b>Probabilité</b>	<b>Gravité</b>
Stoc- kage de GPL	Cigares de GPL x 5	Perte de confinement de cigare	Dispersion atmos- phérique	1-1	B	1
			Feu de nappe	1-2	D	2
			Feu torche	1-3	D	2
			UVCE	1-4	D	4
			BLEVE	1-5	D	5
Pompe- rie GPL	Pompes d'alimenta- tion de la ligne manuelle : Compre- sreur GPL	Perte de confinement/ intégrité	Dispersion atmosphérique	2-1	B	1
			Feu torche	3-1	C	2
			UVCE	4-1	C	2
Lignes de GPL	Canalisa- tions de GPL	Perte de confinement	Dispersion de GPL	5-1	B	1
			Feu torche	5-2	C	2
			UVCE	5-3	C	2

Tableau VII : (suite)

Zones	Systèmes	Evènement redouté central	Phénomènes dangereux	Codes de scénarios	Probabilité	Gravité	
Déchargements	Poste de dépotage	-Perte de confinement de la citerne -Perte de confinement du flexibles – Perte de confinement de réservoir de carburant	Dispersion atmosphérique	6-1	D	1	
			Feu torche	6-2	B	1	
			UVCE	6-3	E	2	
			BLEVE de citerne	6-4	D	4	
			Feu de nappe de carburant	6-5	D	1	
Hall d'emplissage	Ligne automatique Ligne manuelle Stockage de bouteilles neuves et pleines	Perte de confinement de bouteille	Dispersion atmosphérique	7-1	B	1	
			Feu torche de bouteille	8-1	D	1	
			UVCE de bouteille	8-2	E	2	
			BLEVE de bouteille	8-3	D	3	
Pesage	Pont bascule	Court-circuit électrique	Incendie	9-1	D	1	
Local technique	Pomperie incendie	Perte de confinement de réservoir de gasoil	Feu de nappe	10-1	D	1	
			Pollution	10-2	D	1	
			Inondation	10-3	D	2	
	Local compresseur d'air	Surpression du ballon	Court-circuit électrique	Eclatement du ballon	11-1	E	2
				Incendie électrique	11-2	D	2
	TGBT + inverseur	Court-circuit électrique	Incendie électrique	12-1	D	2	
	Groupe électrogène	Perte de confinement du réservoir du groupe électrogène	Court-circuit électrique	Feu de nappe	13-1	D	1
				Pollution	13-2	D	1
				Incendie électrique	13-3	D	2

Tableau VII : (suite et fin)

Zones	Systèmes	Événement Redouté Central	Phénomènes dangereux	Code de scénarios	Probabilité	Gravité
	Transformateur	Court-circuit électrique	Incendie électrique	14-1	C	1
Stockage d'eau incendie	Bac d'eau incendie	Perte de confinement	Inondation	15-1	D	2
Bâti-ments	et autres bâtiments	Court-circuit électrique	Incendie électrique	16-1	C	1
	Guérites	Court-circuit électrique	Incendie électrique	17-1	C	1
Palettisation et stockage des bouteilles	Camion, chariot, aire de stockage	Court-circuit électrique	Incendie électrique	18-1	D	2
		Perte de confinement de réservoir de carburant	Feu de nappe de carburant	18-2	D	1
		Perte de confinement de bouteille	Dispersion atmosphérique	18-3	D	1
			Feu torche de bouteille	18-4	D	1
			UVCE de bouteille	18-5	E	2
			BLEVE de bouteille	18-6	D	3
Aire de circulation	Camions + citernes	- Perte de confinement de la citerne - Perte de confinement de réservoir de carburant	Dispersion atmosphérique	19-1	D	1
			Feu torche	19-2	D	1
			UVCE	19-3	E	2
			BLEVE de citerne	19-4	D	4
			Feu de nappe de carburant	19-5	D	1
Parking véhicules personnels et visiteurs	Véhicules	Court-circuit électrique	Incendie électrique	20-1	D	2
		Perte de confinement de réservoir de carburant	Feu de nappe de carburant	20-2	D	1

Tableau VIII : Grille de criticité des risques du centre emplitteur GPL de la société STAR  
OIL à Daloa

GRAVITE	PROBABILITE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
DESASTREUX		1-5			
CATASTROPHIQUE		6-4 19-4			
IMPORTANT		1-4 8-3 18-6			
SERIEUX	6-3 8-2 11-1 18-5 19-3	1-2 1-3 10-3 11-2 12-1 13-3 15-1 18-1 20-1	3-1 4-1 5-2 5-3		
MODERE		6-2 6-5 8-1 9-1 10-1 10-2 13-1 13-2 18-2 18-3 18-4	14-1 16-1 17-1	1-1 2-1 5-1 6-1 7-1	
		19-1 19-2 19-5 20-2			
	NON				
	MMR2				
	MMR1				
	ACCEPT- ABLE				

### III.1.3 Etude quantitative des risques du centre emplisseur des Gaz de Pétrole Liquéfié de la société STAR OIL à Daloa

Les évènements redoutés que sont le feu torche, l'UVCE et le BLEVE ont été évalués et ont fait l'objet d'une modélisation à l'aide du logiciel Aloha 5.4.4 afin de déterminer les distances pour lesquelles leurs effets significatifs, létaux et irréversibles sont observés. Le tableau IX présente les évènements redoutés du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa.

Tableau IX : Synthèse des évènements redoutés du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

N° de l'évènement	Code de l'évènement redouté	Phénomène dangereux	Modèle utilisé
1	3-1 5-2	Feu torche (canalisation et cigare)	Aloha 5.4.4
2	1-4 4-1 5-3	UVCE	Aloha 5.4.4
3	1-5 6-4 8-3 18-6 19-4	BLEVE	Aloha 5.4.4

#### III.1.3.1 Cas de BLEVE

##### III.1.3.1.1 Au niveau de la citerne de Gaz de Pétrole Liquéfié

Ce scénario correspond à une explosion de gaz suite à une perte de confinement pour une citerne de capacité de 60 m<sup>3</sup> (cas le plus défavorable).

##### ❖ Evaluation de l'effet : BLEVE de citerne

Les caractéristiques des effets BLEVE de citerne sont présentées dans le tableau X.

Pour un seuil dont les effets létaux sont significatifs (zone rouge), la distance de l'effet thermique est évaluée à 426 m avec une puissance de 8 kW/m<sup>2</sup> (blessés moins graves et brûlures légères). Pour un seuil dont les effets sont létaux (zone orange), la distance de l'effet thermique est évaluée à 537 m avec une puissance de 5 kW/m<sup>2</sup> (blessés graves et brûlures profondes). Pour un seuil dont les effets sont irréversibles (zone jaune), la distance de l'effet thermique est évaluée à 689 m avec une puissance de 3 kW/m<sup>2</sup> (mort d'hommes).

Tableau X : Evaluation de l'effet : BLEVE de citerne de GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa

Installation	Capacité (m <sup>3</sup> )	Effets thermiques		
		SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
		8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Citerne	100	426	537	689

❖ **Modélisation de l'effet : BLEVE de citerne de GPL**

Le comptage des cibles dans la zone rouge a permis d'identifier plus de 10 personnes dans cette zone et plus de 100 personnes dans la zone orange. Cependant, à l'observation, les bâtis sont en maçonnerie bétonnée autour de l'installation et qui amortiront une partie des effets. La figure 6 présente l'ampleur des effets thermiques tels que modélisés et exportés dans Google Earth Pro®.



Figure 6 : Cartographie effets thermiques du BLEVE de citerne de GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa

**III.1.3.1.2 Au niveau du cigare de 100 m<sup>3</sup> de GPL**

Ce scénario correspond à une vaporisation violente, à caractère explosif, consécutif à la rupture d'un réservoir contenant du GPL à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique.

❖ **Evaluation des distances de l'effet thermique du BLEVE du cigare de 100 m<sup>3</sup> de GPL**

Les caractéristiques des effets BLEVE du cigare de 100 m<sup>3</sup> de GPL sont présentées dans le tableau XI. Pour un seuil dont les effets létaux sont significatifs (zone rouge), la distance de l'effet thermique est évaluée à 501 m avec une puissance de 8 kW/m<sup>2</sup> (blessés moins graves et brûlures légères). Pour un seuil dont les effets sont létaux (zone orange), la distance de l'effet thermique est évaluée à 632 m avec une puissance de 5 kW/m<sup>2</sup> (blessés graves et brûlures

profondes). Pour un seuil dont les effets sont irréversibles (zone jaune), la distance de l'effet thermique est évaluée à 810 m avec une puissance de 3 kW/m<sup>2</sup> (mort d'hommes). En effet, le BLEVE, en général, présente des effets de surpression et des effets thermiques, outre les effets missiles.

Tableau XI : Evaluation de l'effet BLEVE des cigares de GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa

Installation	Longueur /Diamètre(m)	Capacité (m3)	Effets thermiques		
			SELS (m) 8 kW/m <sup>2</sup>	SEL (m) 5 kW/m <sup>2</sup>	SEI (m) 3 kW/m <sup>2</sup>
Chaque cigare	21,47 / 2	100	501	632	501

❖ **Cartographie des distances de l'effet thermique** du BLEVE du cigare de 100 m<sup>3</sup> de GPL

Le comptage des cibles dans la zone rouge a permis d'identifier plus de 30 personnes dans cette zone, plus de 100 personnes dans la zone SEL (zone orange). La figure 7 présente l'ampleur des effets tels que modélisés et exportés dans Google Earth Pro®.

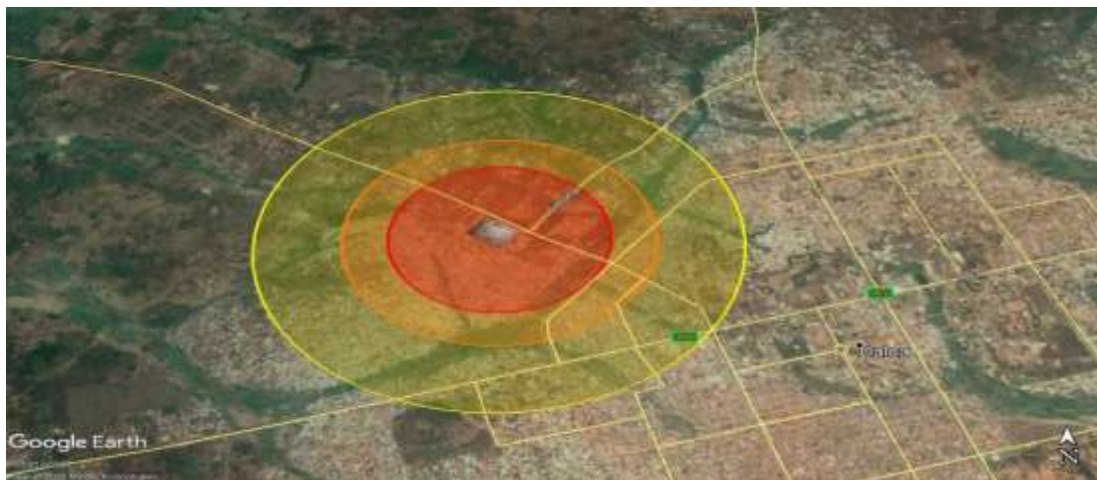


Figure 7 : Cartographie effets thermiques du BLEVE de cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

**III.1.3.1.3 Au niveau des bouteilles de butane**

Ce scénario correspond à une explosion de gaz suite à une perte de confinement de bouteilles. La figure 8 montre que les agressions externes et internes, la dégradation des performances des systèmes ainsi que l'erreur humaine sont des principales causes de l'évènement redouté (BLEVE). En effet, pour une perte de confinement de bouteille non maîtrisée serait une cause probable d'un incident mineur ou majeur couplé à des effets thermiques/surpressions.



❖ **Evaluation de l'effet** : BLEVE de bouteille

Les caractéristiques des effets BLEVE du cigare de 100 m<sup>3</sup> de GPL sont présentées dans le tableau XII. Pour un seuil dont les effets létaux sont significatifs (zone rouge), la distance de l'effet thermique est évaluée à 37 m avec une puissance de 8 kW/m<sup>2</sup> (blessés moins graves et brûlures légères). Pour un seuil dont les effets sont létaux (zone orange), la distance de l'effet thermique est évaluée à 47 m avec une puissance de 5 kW/m<sup>2</sup> (blessés graves et brûlures profondes). Pour un seuil dont les effets sont irréversibles (zone jaune), la distance de l'effet thermique est évaluée à 60 m avec une puissance de 3 kW/m<sup>2</sup> (mort d'hommes).

❖ **Modélisation de l'effet**: BLEVE de bouteille

Le comptage des cibles dans la zone rouge a permis d'identifier aucune personne extérieure exposée dans cette zone, au plus une personne dans la zone SEL (zone orange) et moins de 10 personnes dans la zone SEI (zone jaune) puisqu'il ne s'agit que d'une maison à moitié inclus dans la zone. La figure 9 présente l'ampleur des effets tels que modélisés et exportés dans Google Earth Pro®.

Figure 8 : Nœud papillon BLEVE des bouteilles de butane du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

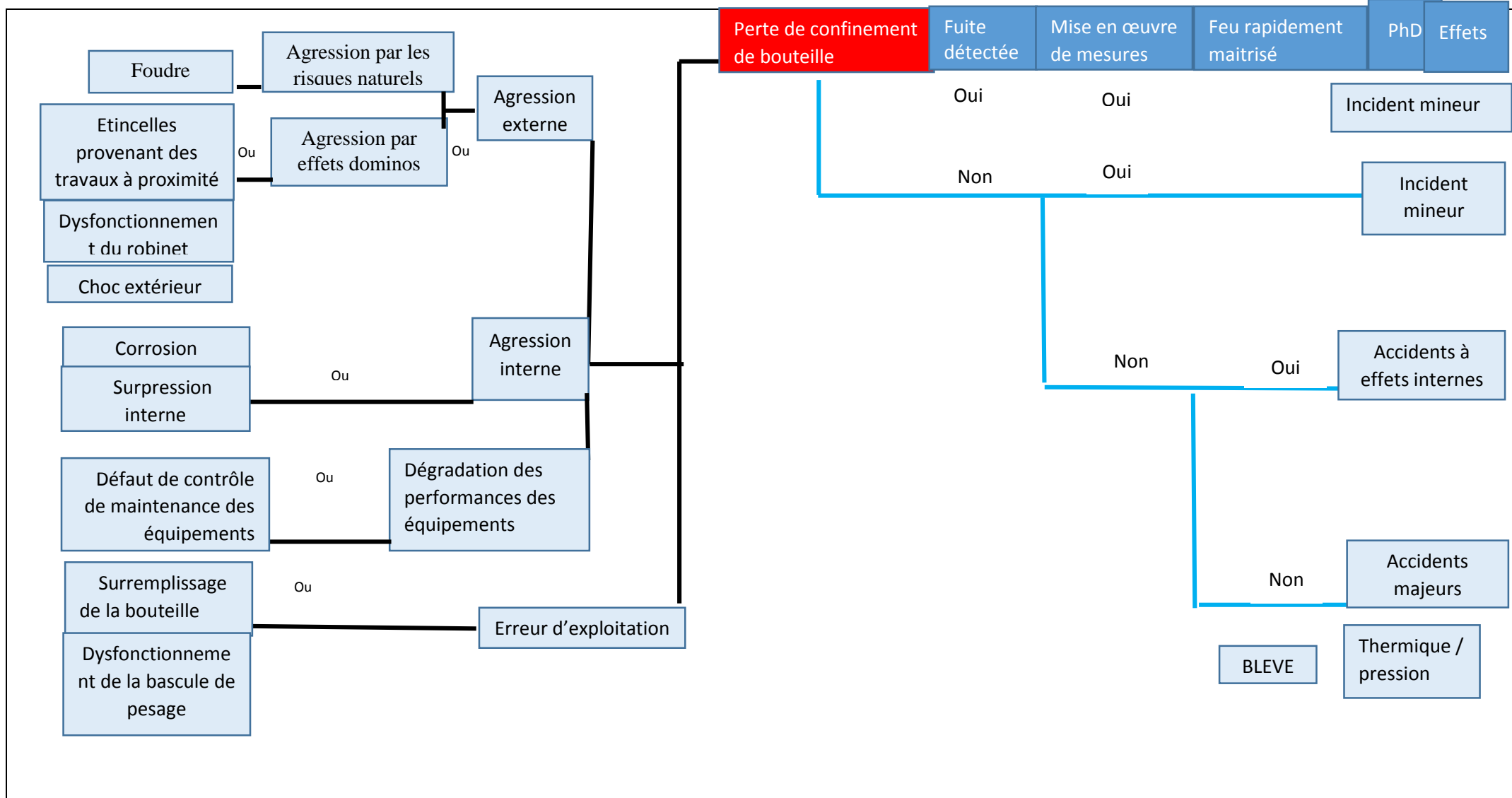


Tableau XII : Evaluation de l'effet : BLEVE de bouteille

Installation	Capacité (m <sup>3</sup> )	Effets thermiques		
		SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
		8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Bouteilles	B6 et B12	37	47	60



Figure 9 : Cartographie des effets thermiques du BLEVE des bouteilles de gaz du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

### III.1.3.2 Cas de Feu torche

#### III.1.3.2.1 Au niveau de la pomperie de Gaz de Pétrole Liquéfié

Le feu torche fait suite à inflammation en forme de torchère d'une fuite de gaz provenant d'une pompe GPL. La fuite ou brèche peut être d'origines diverses : la rupture de piquage, le choc d'un projectile, la corrosion, la fuite de garniture, la rupture de joint.

#### ❖ Evaluation de l'effet : feu torche au niveau de la pomperie GPL

Les caractéristiques des effets feu torche au niveau de la pomperie GPL sont présentées dans le tableau XIII. Pour un seuil dont les effets létaux sont significatifs (zone rouge), la distance de l'effet thermique est évaluée à 22 m avec une puissance de 8 kW/m<sup>2</sup> (blessés moins graves et brûlures légères). Pour un seuil dont les effets sont létaux (zone orange), la distance de l'effet thermique est évaluée à 28 m avec une puissance de 5 kW/m<sup>2</sup> (blessés graves et brûlures profondes). Pour un seuil dont les effets sont irréversibles (zone jaune), la distance de l'effet thermique est évaluée à 37 m avec une puissance de 3 kW/m<sup>2</sup> (mort d'hommes).

Tableau XIII : Evaluation de l'effet : feu torche au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

Installation	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Effets thermiques		
		SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
		8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Pompe	24 et 16,5	22	28	37

❖ **Modélisation de l'effet** : feu torche au niveau de la pomperie GPL

La figure 10 montre l'ampleur des effets aux alentours du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa. Le comptage des cibles dans la zone rouge a permis de n'identifier aucune personne extérieure exposée dans cette zone.



Figure 10 : Cartographie du feu torche au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa

**III.1.3.2.2 Au niveau de la canalisation**

Le feu torche fait suite à une inflammation en forme de torchère d'une fuite de gaz provenant d'une canalisation de GPL et ici dans le cas extrême de la canalisation de 4".

La fuite ou brèche peut être d'origines diverses : la rupture de piquage, le choc d'un projectile, la corrosion, le dysfonctionnement de joint, défaut de boulon.

❖ **Evaluation de l'effet** : feu torche de canalisation

Les caractéristiques des effets feu torche au niveau de la canalisation sont présentées dans le tableau XIV. Pour un seuil dont les effets létaux sont significatifs (zone rouge), la distance de l'effet thermique est évaluée à 42 m avec une puissance de 8 kW/m<sup>2</sup> (blessés moins graves et brûlures légères). Pour un seuil dont les effets sont létaux (zone orange), la distance de l'effet thermique est évaluée à 56 m avec une puissance de 5 kW/m<sup>2</sup> (blessés graves et brûlures profondes).

Pour un seuil dont les effets sont irréversibles (zone jaune), la distance de l'effet thermique est évaluée à 73 m avec une puissance de 3 kW/m<sup>2</sup> (mort d'hommes).

Tableau XIV : Evaluation de l'effet : feu torche de canalisation

		Effets thermiques		
Installation	Longueur /Diamètre	SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
		8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Canalisation	100 m /4"	42	56	73

❖ **Modélisation de l'effet** : feu torche de canalisation

La figure 11 ci-après présente l'ampleur des effets tels que modélisés et exportés dans Google Earth Pro®. Le comptage des cibles dans la zone rouge a permis de n'identifier aucune personne extérieure exposée dans cette zone. Au plus une personne dans la zone orange et moins de 10 personnes dans la zone jaune sont identifiées puisqu'il ne s'agit que d'une maison à moitié inclus dans la zone.



Figure 11 : Cartographie du feu torche de canalisation du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

**III.1.3.3 Cas d'UVCE**

**III.1.3.3.1 Au niveau du cigare**

Ce scénario correspond à une explosion de gaz suite à une perte de confinement sur le cas extrême d'une rupture totale de réservoir suite à une ouverture de 4" (correspond au plus grand piquage) au bas du cigare et ce pour l'ensemble des cinq (5) cigares simultanément. La brèche peut être d'origines diverses : la rupture de piquage, choc d'un projectile, corrosions, dysfonctionnement d'un joint/boulon.

❖ **Evaluation de l'effet** : UVCE de cigare

L'évaluation des effets en termes de distance de leurs seuils est présentée dans le tableau XV. Aux seuils des effets létaux significatifs (zone rouge) et des effets létaux (zone orange) il n'y a pas de personnes exposées pour des pressions respectives de 0,2 bar et 0,14 bar (pas de mort

d'hommes). Aux seuils des effets irréversibles (zone jaune) la distance de l'effet thermique est évaluée à 414 m pour une pression de 0,05 bar (blessés moins graves et brûlures légères).

Tableau XV : Evaluation de l'effet : UVCE de cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

Installation	Longueur /Diamètre(m)	Capacité (m3)	Effets thermiques		
			SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
			0,2 bar	0,14 bar	0,05 bar
Chaque cigare	21,47 / 2,4	100	Non atteint	Non atteint	414

❖ **Modélisation de l'effet : UVCE de cigare**

La figure 12 présente l'ampleur des effets tels que modélisés et exportés dans Google Earth Pro®. Selon le comptage des personnes se trouvant dans la zone jaune des SEI on dénombre des scieries et quelques activités informelles (mécanique et commerce) ainsi que des habitations pour plus de 40 personnes exposées. De plus, à l'observation, les installations sont de types industriels avec des bâtis en en maçonnerie bétonnée autour du centre emplisseur GPL de STAR OIL et qui amortiront les effets.



Figure 12 : Cartographie de l'UVCE de cigare du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

**III.1.3.3.2 Au niveau de la pomperie GPL**

Ce scénario correspond à une explosion de gaz suite à une perte de confinement dans les mêmes conditions que précédemment.

❖ **Evaluation de l'effet: UVCE au niveau de la pomperie GPL**

L'évaluation des effets en termes de distance de leurs seuils est présentée dans le tableau XVI.

Aux seuils des effets létaux significatifs (zone rouge) et des effets létaux (zone orange), il n’y a pas de personnes exposées pour des pressions respectives de 0,2 bar et 0,14 bar (pas de mort d’hommes). Aux seuils des effets irréversibles (zone jaune), la distance de l’effet thermique est évaluée à 71 m pour une pression de 0,05 bar (blessés moins graves et brûlures légères).

Tableau XVI : Evaluation de l’effet : UVCE au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa

Installation	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Effets thermiques		
		SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
		8 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Pompe	24 et 16,5	Non atteint	Non atteint	71

❖ **Modélisation de l’effet : UVCE au niveau de la pomperie GPL**

La figure 13 montre l’ampleur de l’UVCE au niveau de la pomperie GPL. En effet, il n’y a pas d’effets létaux ou premiers effets irréversibles, pas de dommage, une pollution négligeable, pas d’impact significatif sur l’environnement, aucune personne extérieure n’est exposée.



Figure 13 : Cartographie de l’UVCE au niveau de la pomperie GPL du centre emplisseur de la société STAR OIL à Daloa

**III.1.3.3.3 Au niveau de la canalisation**

Ce scénario correspond à une explosion de gaz suite à une perte de confinement.

❖ **Modélisation de l’effet : UVCE de canalisation**

La figure 14 présente l’ampleur des effets tels que modélisés et exportés dans Google Earth Pro®. Le comptage des cibles dans la zone rouge a permis de n’identifier au plus une personne extérieure exposée dans cette zone, une personne dans la zone orange et moins de 10 personnes dans la zone jaune.



Figure 14 : Cartographie de l’UVCE de canalisation du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa

### **III.2 Discussion**

Le découpage géographique/fonctionnel a été une revue exhaustive de l’ensemble du centre emplisseur GPL de la société STAR OIL à Daloa. Il nous a permis d’identifier douze zones d’activités distinctes. Ces zones abritent des potentiels de dangers que sont les produits (le butane, le gasoil et l’huile hydraulique) et les équipements (la citerne de 60 m<sup>3</sup>, les canalisations, les cigares de 100 m<sup>3</sup>). En effet, les produits et les équipements sont des dangers potentiels inhérents à l’activité de stockage de GPL, des dysfonctionnements relevant de facteurs humains et organisationnels. Ces informations concordent avec les études menées par Abbes (2010) sur l’analyse des risques dans le centre GPL de Sidi Bel Abbes en Algérie. Dans cette étude, l’auteur a utilisé une démarche similaire (enquêtes de terrains, collectes et traitements de données) à la nôtre dans le but de faire ressortir les potentiels dangers associés au centre emplisseur GPL de Sidi Bel Abbes en Algérie. Concernant les produits utilisés sur le site, les différentes Fiches de Données et de Sécurité (FDS) de ces produits ont montré qu’ils sont nuisibles à la santé des employés et de l’environnement. En effet, ces produits (butane, gasoil et huile hydraulique) ont des effets irritant sur la peau, cancérigènes et peuvent provoquer des altérations génétiques héréditaires. Ce résultat corrobore avec ceux de Gibeault *et al.* (2008) car ces auteurs ont montré dans leur étude les clés de la santé et de la sécurité au travail que ces produits ont des effets nocifs sur la santé humaine et celle de l’environnement lorsque ces produits sont en contact direct avec la peau sans protection adéquate. Aussi, vu que le centre emplisseur est ravitaillé régulièrement en produit (fioul, butane, gasoil...), le risque d’incendie est très élevé pendant



les opérations de dépotage car, le butane commercial est un produit classé comme extrêmement inflammable et forme avec l'air des mélanges déflagrants. Cela est justifié par Magne & Vasseur (2006). En effet, selon ces auteurs les activités de dépotage de produit sur un site industriel sont de grands risques d'explosions et d'incendie. L'identification des risques présentent la description détaillée des installations, équipements et les produits qui seront utilisés sur le site pendant la phase d'exploitation. L'évaluation des risques du centre emplisseur STAR OIL de Daloa a fait ressortir 47 scénarii. Ces scénarii découlent des situations dangereuses provoquées par des dysfonctionnements des installations étudiées en se basant sur l'accidentologie et les méthodes de caractérisation du niveau de risque de chaque évènement redouté. Ces dysfonctionnements sont des situations anormales ou inaccoutumées telles que les défaillances mécaniques des équipements, les erreurs humaines, les erreurs dans le processus opératoire, les fuites, les sources d'ignitions par électricité statique, les défaillances des systèmes de sécurité, Collision, etc. En effet, un dysfonctionnement des équipements ou une collision d'un véhicule avec la cuve de gasoil sera à la base d'une perte de confinement de la cuve de gasoil. Les événements dangereux (ou aléas) susceptibles de se produire sont l'incendie, l'explosion et l'émission de produits toxiques. Ces événements dangereux peuvent avoir des effets importants pour les personnes et l'installation. Les événements phénomènes sont souvent liés à une perte de confinement d'une matière dangereuse (Londiche, 2004). De plus, ces résultats sont en adéquation avec ceux du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels) et ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) qui comptabilisent les causes liées aux erreurs opératoires à 21%, les effets dominos à 27%, les attaques à 4%, les fuites, les ruptures sur un raccord, bride, joint, vanne à 35 %, la foudre, les sources d'ignition par électricité statique à 4%, corrosions et défaillances matérielles estimées à 8% du total des accidents survenus sur les centres emplisseurs partout dans le monde. Ces résultats concordent ceux de Beck & Glatron (2009) qui ont utilisé d'autres procédés constitués de l'enquête du public, des enquêtes de terrain et installations industrielles, collecte de données qui ont toutes abouti à des résultats sur les causes et les conséquences des risques industriels majeurs.

La grille de criticité des risques a permis de classer le potentiel de danger majeur qui résulte des équipements du centre emplisseur pour le personnel, et les autres équipements de l'installation. Il ressort de l'évaluation des risques pendant l'exploitation de l'installation, trois niveaux de priorité d'action à partir de la mise en rapport avec le niveau de risque et la qualité des mesures de contrôle de risque. Le premier niveau composé de la zone en rouge, se caractérise par des niveaux de risque désastreux notamment le BLEVE du stockage de GPL. Le second niveau constitué de la zone en orange, caractérisée par des risques ou accidents

catastrophiques, il s'agit du BLEVE de citerne. Le dernier niveau constitue de la zone en jaune se caractérise par des risques ou accidents maîtrisés qui sont par les mesures de maîtrises du risque déjà mises en place.

L'analyse détaillée de ces dangers majeurs a permis l'évaluation ces dangers et de voir leurs graves conséquences sur le site et aussi sur l'extérieur du site vu que l'environnement immédiat du centre emplisseur est constitué d'habitations et d'autres installations industrielles. La hiérarchisation des risques nous a permis d'avoir trois niveaux de risques, nous avons le feu torche, l'UCVE et le BLEVE. Ces risques sont inacceptables pour la société et il revient aux dirigeants de renforcer les dispositifs de leur maîtrise. Ces résultats concordent ceux de Nguyen (2011) qui a utilisé la même méthode que la nôtre c'est-à-dire faire des enquêtes de terrain, collecté des données qui sont ensuite traitées et qui ont aboutis à des résultats sur les risques industriels majeures. En ce qui concerne les UVCE, les effets (thermiques et de surpression) d'un tel événement sont très considérables sur la santé des employés mais aussi sur l'environnement et le voisinage. Pour le risque de BLEVE, un niveau de risque très élevé a été constaté du fait que des produits sont exposés sur l'ensemble du site. En effet, compte tenu du fait que le site est en installation progressive, le matériel de travail et les produits tels que le butane sont associés à d'autres produits (Gasoil et Huile hydraulique industrielle) dans leurs rangements. Le risque de voir un BLEVE se produire est élevé et les conséquences seront énormes car le reste du matériel sera exposé par effet domino. Les modélisations du BLEVE des bouteilles de gaz, le feu torche et l'UVCE de la pomperie GPL ont montré que les effets pour certains n'atteignent pas l'extérieur du site. En revanche, la modélisation pour d'autres phénomènes dangereux (BLEVE de citerne de GPL et de cigare, UVCE de cigare) nous a permis de révéler que les effets de ces explosions pourraient atteindre l'extérieur du site en particulier des habitations et les industries voisines. Ces résultats de la modélisation sont en adéquation avec ceux de Bonnet (2002) qui estime que les risques sont cartographiés non plus à partir de l'aléa mais selon la nature des dangers (surpression, flux thermique, nuage toxique), la gravité des effets (seuil d'effet très graves, graves, significatifs), la probabilité d'occurrence des accidents et leur cinétique. En effet, les portées de ces effets excèdent le périmètre du site. L'analyse quantitative des risques nous a permis d'évaluer de façon précise et de quantifier des effets physiques, thermiques et mécaniques des événements dangereux retenus par la modélisation des conséquences des événements redoutés. Ces événements dangereux que sont les incendies, le BLEVE et l'UCVE, ont une cinétique très rapide et peuvent s'étendre sur plusieurs mètres. Les premières habitations situées à moins de 50 mètres du site abritent les personnes les plus vulnérables en cas de sinistres. Nos résultats corroborent ceux de Grembo

(2010), qui a évalué trois catégories d'aléas bien distinctes relatives aux risques industriels. Ce sont le risque d'explosion, le risque d'incendie et le risque de dégagement de produits toxiques. Cependant, l'évaluation et la modélisation des effets des phénomènes dangereux obtenus indiquent une puissance de  $3\text{kw/m}^2$  pour certains risques. Ces résultats corroborent ceux de Fluidyn (2016) qui a démontré dans son étude de simulation des flux thermiques les distances pour lesquelles les effets thermiques sont observés.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le défi à relever dans un monde en perpétuel mutation est que l'entreprise soit capable à tout moment de disposer d'un outil lui permettant la maîtrise de ses activités. C'est dans cette optique que nous avons évalué les risques liés à l'installation d'implantation d'un centre emplisseur de gaz de pétrole liquéfié (GPL) de la compagnie pétrolière STAR OIL.

L'identification des potentiels dangers dans cette étude a permis de montrer que ce centre emplisseur génère assez de dangers. Ainsi, nous avons pu identifier quatre (4) sources de dangers que sont : les produits utilisés, les équipements et installations, les différents modes opératoires, les pertes d'utilité. Ces différentes sources de dangers sont à la base de plusieurs phénomènes dangereux (47) sur le site. Grâce à la grille de cotation des risques, trois (3) phénomènes dangereux majeurs ont été retenus et ont fait l'objet d'une évaluation puis d'une étude détaillée, ce sont : le feu torche au niveau des canalisations et du cigare, l'UVCE au niveau de la pomperie GPL et du cigare et le BLEVE au niveau de la citerne de GPL et des bouteilles de butane. Ces phénomènes dangereux majeurs en cas d'incident pourraient avoir des effets létaux significatifs (mort), des effets létaux (brulures et blessés graves) et des effets létaux irréversibles (brulures, brises de vitres et blessés moindres) avec une puissance plus de  $3 \text{ kW/m}^2$ . Aussi, ces phénomènes dangereux majeurs ont été modélisés et a permis de voir les seuils limites de leurs effets pour les personnels et installations du centre emplisseur ainsi que pour son voisinage. Il convient de mentionner que les effets d'explosion considérés pourraient générer des projectiles que constituent les équipements ou de partie les installations. Ces projectiles pourraient atteindre plusieurs dizaine de mètres selon leur vitesse de mise en mouvement, leur masse et forme.

Ainsi, nous recommandons à la société STAR OIL les mesures suivantes :

- mettre en place une convention d'alerte et d'accords d'assistance avec le GSPM de Daloa ;
- diffuser en interne (opérateurs) la cartographie des effets des phénomènes dangereux (explosion de bac, BLEVE, UVCE, etc.)
- envisager la vidéo surveillance reliée à la salle de contrôle (afin de réduire le temps de réaction face à un sinistre) ;
- matérialiser les zones ATEX (Atmosphère Explosible)
- vérifier la conformité du matériau de construction et de revêtement des canalisations de GPL ;
- élaborer et valider un plan d'opération interne (POI).

## REFERENCES

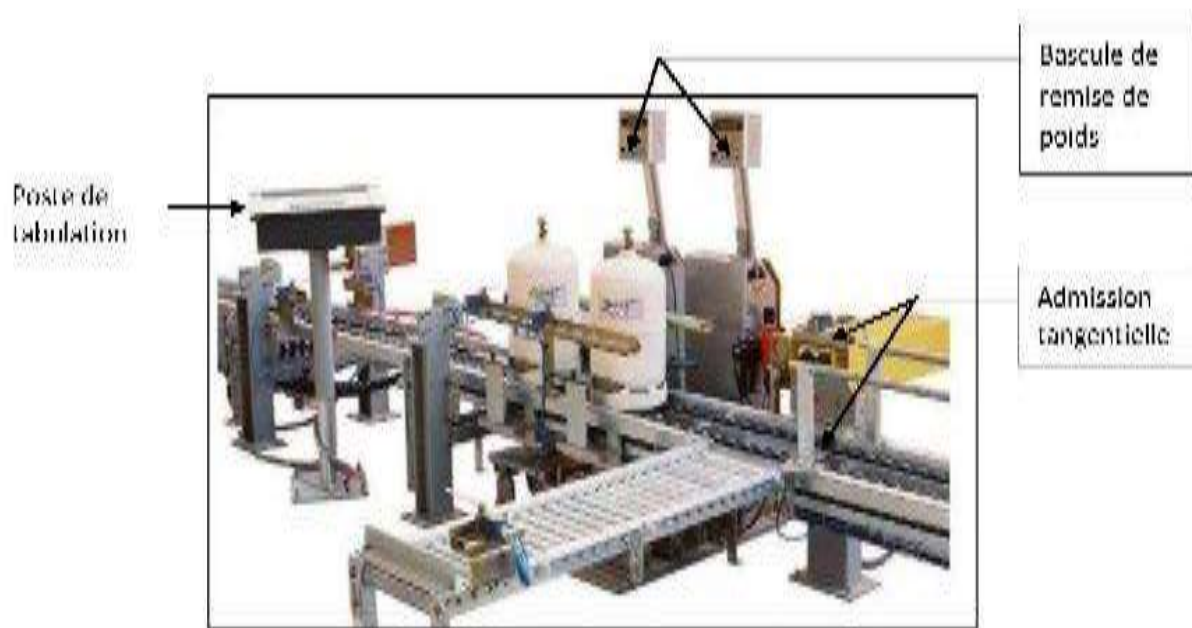
1. Abbas A. (2010). Analyse des risques dans le centre GPL de SIDI BEL ABBES. Mémoire de Magistère, Ecole doctorale gestion des risques industriels et environnement (Algérie), 170 p.
2. Anonyme 1. (2018). Couvert forestier en Côte d'Ivoire : (<https://doi.org/10.18535/ijsshi/v5i2.02> , Consulté le 28 novembre 2020).
3. Anonyme 2. (2013). Butanisation, climat de développement et en Côte d'Ivoire : (<http://climatdeveloppement.org/wpcontent/uploads/2013/08/Butanisation+en+CISF+Mode+de+compatibilit%C3%A9.pdf>, Consulté le 11 novembre 2020).
4. Anonyme 3. (1999). Economie locale du département de Daloa : (<https://www.oecd-ilibrary.org/1-economie-locale-du-departement-de-daloa-volume1>, Consulté le 13 novembre 2020).
5. Anonyme 4. (2019). Union des villes et commune de Côte d'Ivoire : <http://uvicoci.ci/accueil/communedetail/278>, Consulté le 13 novembre 2020).
6. Ayemon S. (2013). Pollution par les hydrocarbures sur le littoral Est ivoirien. Thèse de Doctorat, Université Felix Houphouët Boigny (Abidjan Côte d'Ivoire), 331 p.
7. BARPI. (2019). Inventaire des accidents technologiques : (<https://www.actu-environnement.com> , consulté le 2 décembre 2020).
8. Beck E. & Glatron S. (2009). Vulnérabilité socio-spatiale aux risques majeurs : l'approche du géographe. *In*: Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés, pp 331–346.
9. Bendaas O. (2017). Optimisation des paramètres de fonctionnement du déethaniseur (C-701) et du débutaniseur (C-702) de la section de fractionnement du gaz à l'UTG de Guellala. Mémoire de Master, Université M'hamed Bougara-Boumerdes, Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie (Alger), 90 p.
10. Bonnet E. (2002). Evaluation des vulnérabilités territoriales. These de Doctorat, Université du Havre (Le Havre), 331 p.
11. Dadié A.C. (2005). Analyse des déterminants de la demande globale d'une ressource énergétique par les ménages : le cas du gaz butane en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA PTCI Economie, Université de Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), 52 p.
12. DGH. (2018). Annuaire des statistiques des hydrocarbures en Côte d'Ivoire : (<http://dghstatistiques.ci/assets/documents/annuaire/Annuaire-DGH-2018-v3> , Consulté le 4 décembre 2020).
13. Dumont G.-F. (2008). Les évolutions de la population dans le monde au XXI siècle. Thèse de Doctorat, Universidad de la sabana (Colombie), 288 p.

14. Fluidyn. (2016). Simulation des flux thermiques radiatifs issus d'un scenario d'incendie isdnd lambert IV. Narbonne. Rapport final de modélisation, 12 p.
15. Gibeault G., Gauthey O. & Bernard X. (2008). Les clés de la santé et de la sécurité au travail : Principe et méthodes de management. *Éditions AFNOR*, La Plaine St-Denis Cedex (France) : 253-261.
16. Grembo N. (2010). Risque industriel et représentation des risques : approche géographique de la représentation du risque industriel majeur en région Poitou-Charentes. These de Doctorat, Université de La Rochelle (La Rochelle), 481 p.
17. INERIS (2004). Rapports d'étude sur la toxicité de certains produits : ([www.ineris.fr/guidesse/guide/fiches/fiche\\_2/Fiche\\_02\\_a2.htm](http://www.ineris.fr/guidesse/guide/fiches/fiche_2/Fiche_02_a2.htm), Consulté le 5 novembre 2020).
18. Nguyen T.H. (2011). Contribution à la planification de projet : proposition d'un modèle d'évaluation des scenarios de risque-projet. Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse, Université de Toulouse, (Toulouse, France), 172 p.
19. INS (2014). Recensement général de la population et de l'habitat, Côte d'Ivoire : ([http://www.ins.ci/n/documents/RGPH2014\\_expo\\_dg.pdf](http://www.ins.ci/n/documents/RGPH2014_expo_dg.pdf) , Consulté le 21 décembre 2020).
20. ITW S. (2011). Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Etude de dangers. Dossier n°2046269 – Révision 3. Vireux-Molhain (France), 264 p.
21. Lacroix J. (2007). Analyse et gestion des risques dans les grandes entreprises. Rapport d'étude CIGREF/IERSE Paris (France), 56 p.
22. Ligban R., Goné L.D., Kamagaté B., Saley M.B. & Biemi J. (2009). Processus hydrogéochimique et origine des sources naturels dans le degré carré de Daloa. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 3(1) : 38-47.
23. Londiche H. (2004). Analyse des risques, Document interne Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
24. Magne L. & Vasseur D. (2006). Risques industriels. Complexité, incertitude et décision : une approche interdisciplinaire. *Editions Tec & Doc*, 462 p.
25. Pierini T. (2015). Transport de gaz de pétrole liquéfié (GPL). Environnement-Sécurité, Sécurité et gestion des risques. Techniques de l'ingénieur, réf: SE8120, 10 juillet 2015.
26. VALODEA (2012). Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter un centre de tri des déchets ménagers. Rapport GIRUS, Charleville Mézières (France), 16 p.
27. Youcef A. (2014). Perspectives des exportations des GPL et place de Sonatrach sur le marché Méditerranée. *Revue de l'Algerian Petroleum Institute*, 4(1): 10–14.



## ANNEXES

Annexe 1 : Image d'un carrousel et image d'un bascule de contrôle



(Dossier technique DISTRICOM)

Annexe 2 : Bascule de remise de poids pour B6 et B12



Bascule de remise de poids pour B6



Bascule de remise de poids pour B12

Annexe 3 : Découpage fonctionnel du centre emplisseur

Zones	Systèmes	Sous-systèmes
		1.1. Ligne d'entrée 3'' de butane par le haut provenant

<p>Stockage de GPL</p>	<p>1. Cigares de GPL (x2)</p>	<p>de la baie de déchargement comportant une vanne pneumatique commandable à distance et doublées d'une vanne manuelle</p> <p>1.2. Ligne 2'' retour de pompe munie d'une vanne pneumatique commandable à distance doublée d'une vanne manuelle.</p> <p>1.3. Ligne 4'' de sortie de cigare munie d'une vanne pneumatique commandable à distance doublée d'une vanne manuelle.</p> <p>1.4. Ligne 3'' d'équilibrage citerne à cigare et cigare à cigare munie d'une vanne pneumatique commandable à distance doublée d'une vanne manuelle.</p> <p>1.5. Trou d'homme DN500</p> <p>1.6. Purge 1-1/4''</p> <p>1.7. Jauge rotative</p> <p>1.8. Jauge magnétique</p> <p>1.9. Trois jeux de 4 soupapes tarées à 7,9 bars</p> <p>1.10. Couronne de refroidissement à déclenchement automatique</p>
------------------------	-------------------------------	--

		<p>1.11. Transmetteur indicateur de pression</p> <p>1.12. Mesure de niveau</p> <p>1.13. Afficheur pied bac</p> <p>1.14. Transmetteur de température PT100</p>
	<p>2. Pompes d'alimentation de la ligne manuelle</p>	<p>2.1. Moteur</p> <p>2.2. Pompe</p> <p>2.3. Filtre à l'aspiration</p> <p>2.4. Robinet à isolement à l'aspiration et au refoulement</p> <p>2.5. Déverseur au refoulement</p> <p>2.6. Manomètres avec robinet d'isolement</p> <p>2.7. Soupapes d'expansion thermique</p> <p>2.8. Capteur de pression</p> <p>2.9. Robinet de purge sous filtre</p> <p>2.10. Robinet de purge tuyauterie</p>

	<p>3. Compresseurs GPL</p>	<p>3.1. Filtre 3.2. Piège à liquide 3.3. Soupape de sureté du piège à liquide 3.4. Système mécanique à flotteur "anti envahissement" sur le piège à liquide 3.5. Transmetteur de pression à l'aspiration du compresseur 3.6. Robinet de purge du piège à liquide 3.7. Groupe moto-compresseur 3.8. Indicateur local de pression gaz côté l'aspiration 3.9. Indicateur local de pression gaz côté refoulement 3.10. Indicateur local de pression d'huile 3.11. Soupape de sureté au refoulement du compresseur 3.12. Clapet anti-retour 3.13. Vannes 3.14. Robinets d'isolement 3.15. Bouton d'arrêt d'urgence</p>
<p>Lignes de GPL</p>	<p>4. Canalisations de GPL</p>	<p>4.1. Ligne 2 '' en phase gazeuse 4.2. Ligne 3' ' en phase gazeuse</p>

		<p>4.3. Ligne 3' 'soutirage en phase liquide</p> <p>4.4. Ligne 2'' retour des pompes</p> <p>4.5. Ligne 4'' alimentation des pompes</p> <p>4.6. Ligne 2'' pompes vers la ligne manuelle</p> <p>4.7. Ligne 6'' connecté à l'aspiration des pompes</p> <p>4.8. Purges</p>
Chargement/ déchargement	5. Poste de dépotage	<p>5.1. Flexibles (01 de 3'' pour la phase liquide ; 01 de 2 '' pour la phase gazeuse)</p> <p>5.2. ROV doublé d'une vanne manuelle sur sa ligne liquide et d'une ROV sur sa ligne gazeuse)</p> <p>5.3. Dispositif de liaison équipotentielle permettant de relier le véhicule à la terre</p> <p>5.4. Deux purges</p> <p>5.5. Bouton d'arrêt d'urgence</p> <p>5.6. Camion + citerne</p>
Hall d'emplissage	6. Ligne Automatique	<p>6.1. Skid de régulation de pression</p> <p>6.2. Palettiseuse</p> <p>6.3. Unité d'anti-bourrage</p> <p>6.4. Poste de tabulation</p>

		<p>6.5. Admission tangentielle</p> <p>6.6. Bascule de contrôle</p> <p>6.7. Bascule de remise de poids</p> <p>6.8. Bac de contrôle d'étanchéité</p> <p>6.9. Bouteilles B6</p> <p>6.10. Banc de vidange + cuve de récupération</p>
	7. Ligne manuelle	<p>7.1. Bascules stationnaires mixtes</p> <p>7.2. Bascules mécaniques</p> <p>7.3. Capsuleuse pneumatique</p> <p>7.4. Machine à Retreindre les Manchons</p> <p>7.5. Bouteille B12, B28</p>
	8. Stockage de bouteilles neuves et pleines	8.1. Bouteilles (B6, B12, B28)
Pesage	9. Pont bascule	9.1. Installations du pont
Local technique	10. Pomperie Incendie	<p>10.1. Pompes diesel</p> <p>10.2. Réservoirs de gasoil 340 L des pompes diesel</p> <p>10.3. Pompes jockey</p> <p>10.4. Débit : 25m<sup>3</sup>/h</p> <p>10.5. 380 V</p> <p>10.6. 7,5 KW</p>
	11. Compresseur d'air	<p>11.1. Compresseurs d'air : 10 bars</p> <p>11.2. Sécheurs</p> <p>11.3. Ballon de 200 litres</p> <p>11.4. Débit : 14m<sup>3</sup>/h</p> <p>11.5. 380 V</p>

	12. TGBT + inverseur	12.1. Armoires électriques (8) 12.2. Onduleur 12.3. Inverseur
	13. Groupe Electrogène	13.1. Puissance de 66 kWA 13.2. Réservoir de 180 L de gasoil
	14. Transformateur	14.1. Cellule d'arrivée 14.2. Compteur 14.3. Transformateur 400 V / 230 VA 14.4. Disjoncteur principal
Stockage d'eau incendie	15. Bacs d'eau incendie	15.1. Bac contenant 225 m <sup>3</sup>
Bâtiments	16. Bureaux et autres bâtiments	16.1. Installations électriques (armoires) 16.2. Equipement électriques
	17. Guérites	17.1. Installations électriques (armoires) 17.2. Equipements électriques
Palettisation et stockage des bouteilles	18. Camion, chariot, aire de stockage	18.1. Réservoir de carburant 18.2. Installations électriques de camion 18.3. Bouteilles (B6, B12, B28)
Aire de circulation	19. Camions + Citernes	19.1. Réservoir de carburant 19.2. Installations électriques 19.3. Citerne de GPL
Parking véhicules personnels et visiteurs	20. Véhicules	20.1. Réservoir de carburant



		20.2. Installations électriques
--	--	---------------------------------

#### Annexe 4 : Accidentologie

**DÉGAGEMENT DE GAZ DANS UN CENTRE EMPLISSEUR DE GPL** » Dégagement de gaz dans un centre emplisseur de GPL. N° 30831 - 21/03/2005 - FRANCE - 44 - DONGES  
*G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes*



Deux kilogrammes 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). **EXPLOSION DE GAZ.** » Explosion de gaz. N° 25923 - 18/11/2003 - FRANCE - 57 - HAUCONCOURT

*G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes*



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 19 h.

**FUITE ENFLAMMÉE DE PROPANE DANS UN DÉPÔT DE GPL (CENTRE EMPLISSEUR)» Fuite enflammée de propane dans un dépôt de GPL (centre emplisseur). N° 30156 - 07/03/2005 - FRANCE - 67 - REICHSTETT**

*D35.21 - Production de combustibles gazeux*



Dans un centre emplisseur de GPL, une fuite enflammée de propane se produit sur une chaîne de remplissage de bouteille de 35 kg lorsque l'opérateur veut contrôler la présence du limiteur de débit sur la bouteille. Le jet de gaz s'est enflammé au contact de la protection en plexiglas du poste de travail, par effet électrostatique (la plaque de plexiglas étaient isolée électriquement). La fuite est stoppée par fermeture du robinet de la bouteille et l'atelier est mis en sécurité. Les dommages sont minimes. L'analyse de l'accident conduit à modifier la protection du poste de travail et la procédure de contrôle de la présence du limiteur de débit.

**SABOTAGE SUR UN DÉPÔT DE GAZ » Sabotage sur un dépôt de gaz. N° 28218 - 10/08/2004 - TURQUIE - 00 - ISTANBUL**

*G46.75 - Commerce de gros de produits chimiques*



Pendant la nuit, une explosion se produit sur le parc de stockage d'un centre emplisseur de gaz. Après enquête, il s'agirait d'un acte de malveillance : la clôture a été coupée et 2 charges équivalentes à 2 kg de TNT (1,6 kg de RDX) ont été déposées au pied de 2 cylindres de gaz de 180 m<sup>3</sup> chacun, sur le socle bétonné. L'accident ne fait pas de blessé et les dégâts matériels sont très limités : quelques petites fissures sur la virole en partie basse, sans fuite de gaz.

**INCENDIE DANS UN ATELIER DE RÉFECTION DE BOUTEILLES DE GAZ**  
Incendie dans un atelier de réfection de bouteilles de gaz. N° 4918 - 24/11/1993 - FRANCE - 59 - COURCHELETTES

*D35.22 - Distribution de combustibles gazeux par conduites*



Un incendie se déclare dans un atelier de réfection des bouteilles de gaz contigu à un centre emplisseur de GPL. Le sinistre est rapidement maîtrisé mais les dommages matériels sont importants.

**FUITE DE MÉTHYLMERCAPTAN DANS UN CENTRE EEMPLISSEUR DE GPL.»**

Fuite de méthylmercaptan dans un centre emplisseur de GPL. N° 44203 - 14/08/2013 - FRANCE - 29 - BREST

*G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes*



Une fuite de méthylmercaptan servant à odoriser le gaz se produit la nuit au niveau d'une bride d'un conteneur de stockage du produit dans un centre emplisseur de butane / propane classé Seveso seuil haut. Les secours publics alertés à 2h40 se rendent sur les lieux. Les mesures d'explosimétrie effectuées sur le site se révèlent négatives. L'exploitant colmate la fuite. Aucune perception d'odeur par les tiers n'est signalée. L'inspection des installations classées demande un rapport d'incident à l'exploitant et les mesures prises pour informer les populations et entreprises voisines.

**FUITE DE PROPANE.** » Fuite de propane. N° 26542 - 14/06/1968 - FRANCE - NC - NC

*C19.20 - Raffinage du pétrole*



Dans un centre emplisseur GPL, un wagon de propane est déchargé par un flexible " boa " de 100 mm. Au cours de l'opération, l'ensemble a bougé, le flexible s'est rompu et s'est mis à fouetter le sol.

#### 4.1. Retour d'expériences sur des installations similaires

L'accidentologie relatée ci-après résulte de la consultation de la base de données Analyse, Recherche et Information sur les Accidents (ARIA) du Bureau d'Analyses des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI) – Ministère de l'Ecologie et du Développement durable – France. Elle recense et analyse les accidents et incidents, survenus en France ou à l'étranger, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1992 (date de création du BARPI).

Les mots clés qui ont été utilisés pour la recherche d'accidents sont les suivants : centre emplisseur, butane et GPL.

Sur la période comprise entre 2014 et 2019, cent dix-sept (117) accidents liés aux canalisations et aux réservoirs de GPL ont été recensés.

Des accidents sont détaillés en annexe du présent rapport.

Ainsi, afin de mieux cerner l'accidentologie relative à la présente étude, les accidents impliquant des installations éloignées de celles du GPL ont été écartés.

##### 4.1.1. Analyse des causes des accidents

###### 4.1.1.1. Accidents impliquant des capacités de stockage de gaz

Les accidents recensés sur ce type d'installation (cigare, camion-citerne) sont répertoriés dans le tableau ci-après.

Tableau 4-1 : Synthèse des causes de l'accidentologie concernant des capacités de stockage (cigare, camion-citerne)

Analyse des causes spécifiques	Nombre	Pourcentage (%)
Erreur humaine ou erreur opératoire	12	15
Chocs par des éléments extérieurs (travaux à proximité, circulation, glissement de terrain,...), effets dominos	12	15
Fuite, rupture sur un raccord, bride, joint, vanne...	30	38
Inconnu	11	14
Incendie à proximité, forte chaleur, surpression	6	8
Défaillance des systèmes de sécurité, défaillance matériel, court-circuit	9	11

Source : ARIA, BARPI, Octobre 2020

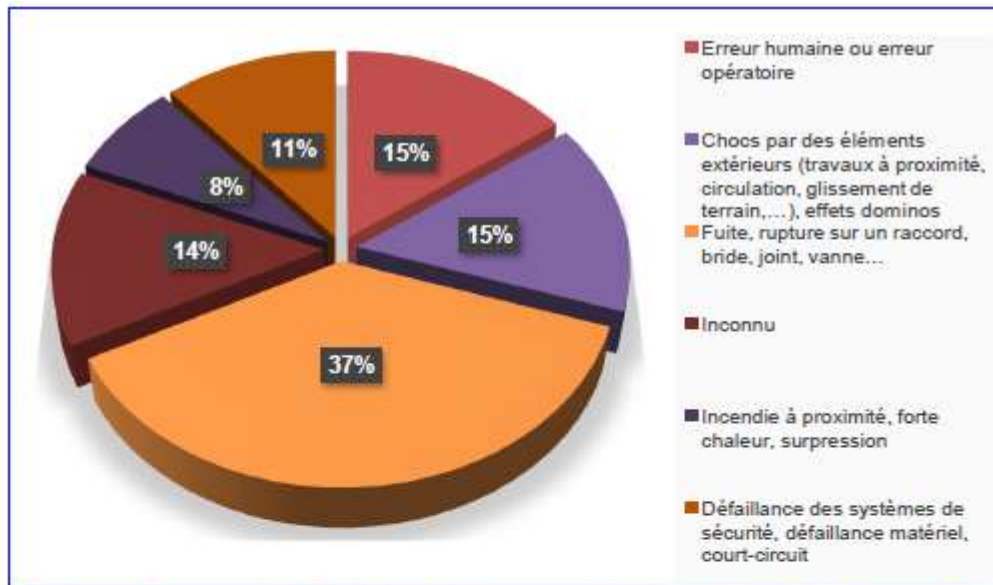


Figure 4-1 : Diagramme de l'accidentologie concernant des capacités de stockage de GPL

Source : ARIA, BARPI, Octobre 2020

#### 4.1.1.2. Accidents impliquant des canalisations de gaz

Sur les 46 accidents survenus sur des canalisations de GPL, les principales causes sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 4-2 : Synthèse des causes de l'accidentologie concernant des canalisations

Analyse des causes spécifiques	Nombre	Pourcentage (%)
Erreur humaine ou erreur opératoire	10	21
Chocs par des éléments extérieurs (travaux à proximité, circulation, glissement de terrain,...), effets dominos	13	27
Attaques	2	4
Fuite, rupture sur un raccord, bride, joint, vanne, ...	17	35
Foudre, source d'ignition par électricité statique	2	4
Corrosion, défaillance matériel	4	8

Source : ARIA, BARPI, Octobre 2020

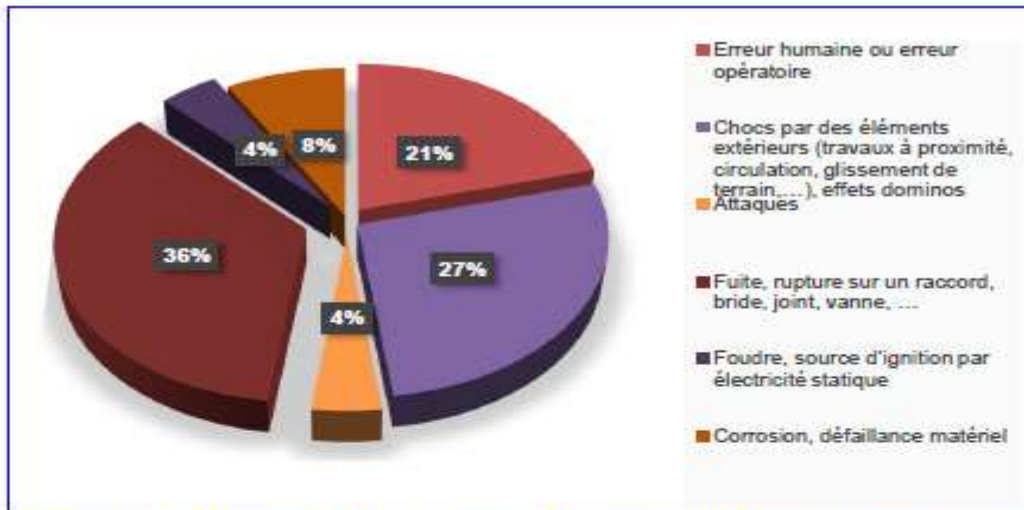


Figure 4-2 : Diagramme de l'accidentologie concernant des canalisations de gaz

Source : PSIE, Octobre 2020

#### 4.1.2. Analyse des conséquences des accidents

Cette analyse statistique des conséquences se fonde sur les données recueillies dans les rapports d'accidentologie, qui parfois, manquent de détails quant à la description des impacts des accidents sur les populations ou l'environnement. Ainsi cette analyse est à considérer avec prudence.

##### 4.1.2.1. Accidents impliquant des capacités de gaz liquéfié sous pression

Sur les accidents survenus sur des cigares ou des citernes de GPL, les principales conséquences sont mentionnées dans le tableau ci-après.

Tableau 4-3 : Synthèse des conséquences de l'accidentologie concernant des capacités de stockage (cigare ou citerne)

Analyse des conséquences	Nombre	Pourcentage (%)
Sans conséquences	3	3
Dispersion d'un nuage toxique	46	41
Incendie / explosion / BLEVE	20	18
Blessées	18	16
Pertes humaines	12	11
Dégâts matériels	12	11

Source : ARIA, BARPI, Octobre 2020

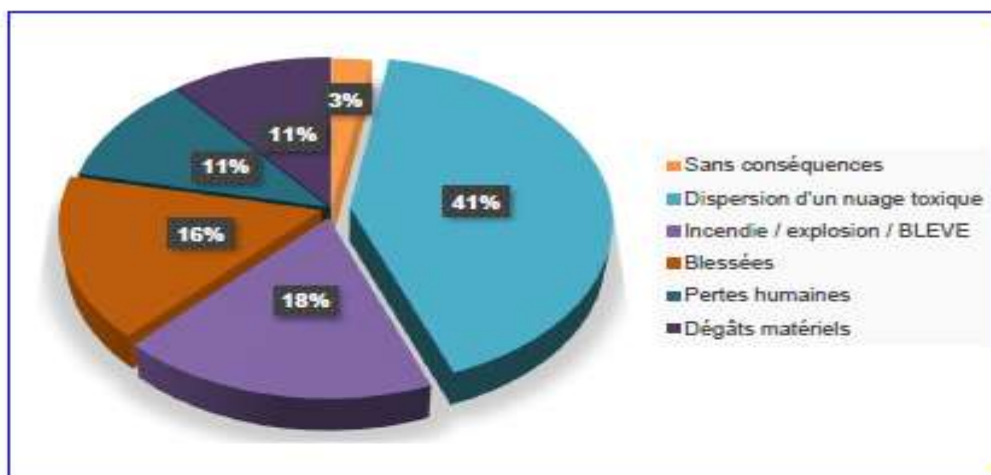


Figure 4-3 : Diagramme des conséquences des accidents concernant des capacités de stockage (cigare ou sphère)

Source : PSIE, Octobre 2020

#### 4.1.2.2. Accidents impliquant des canalisations de transport de gaz

Sur les 46 accidents impliquant les canalisations de gaz, les principales conséquences sont décrites dans le tableau suivant.

Tableau 4-4 : Synthèse des conséquences de l'accidentologie concernant des canalisations de transport de gaz

Analyse des conséquences	Nombre	Pourcentage
Sans conséquences	2	3
Arrêt d'activités socio-économiques	2	3
Dispersion d'un nuage toxique	17	27
Incendie ou explosion	14	22
Blessés	21	33
Pertes humaines	7	11

Source : ARIA, BARPI, Octobre 2020

Remarque : certains accidents peuvent avoir plusieurs conséquences.

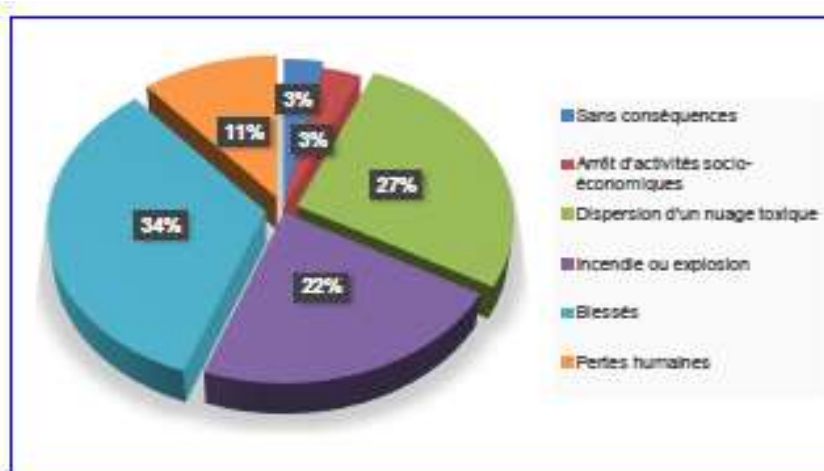


Figure 4-4 : Diagramme des conséquences des accidents concernant des canalisations de gaz

Source : PSIE, Octobre 2020

**INTEGRATION DE L'ACCIDENTOLOGIE DANS L'AMELIORATION DU CENTRE EMPLISSEUR**

Causes de l'accidentologie	Eléments pris en compte dans l'exploitation des installations pour maîtriser les causes de l'accidentologie
Perte d'étanchéité au niveau d'une jonction de canalisations par bridage, d'une soudure ou d'un piquage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- limitation des jonctions de canalisations par bridage et de piquages sur les installations</li> <li>- assemblage, montage ou soudage par du personnel hautement qualifié</li> <li>- instrumentation de contrôle commande (pression, débit et détection de gaz) : déclenchement d'arrêt d'urgence permettant d'isoler la fuite par fermeture de vannes de sécurité</li> <li>- épreuves réglementaires et contrôles non destructifs de toutes les zones de soudure</li> </ul>
Rupture d'une canalisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- protection contre la corrosion (peinture EPOXY)</li> <li>- canalisations aériennes supportées par des appuis limitant la corrosion externe par accumulation d'eau.</li> </ul>
Perte de confinement d'un réservoir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- protection contre la corrosion (peinture EPOXY)</li> <li>- réépreuve des réservoirs de GPL</li> </ul>

**INTEGRATION DE L'ACCIDENTOLOGIE DANS L'AMELIORATION DU CENTRE EMPLISSEUR**

Erreur humaine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dérives opératoires contrôlées par le système de commande automatique des installations</li> <li>- dispositifs de mesures déclenchant des actions de mise en sécurité :               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ seuil haut ou seuil bas : déclenchement d'une alarme auprès des opérateurs</li> <li>▪ seuil très haut ou seuil très bas : déclenchement automatique des actions de mise en sécurité</li> </ul> </li> <li>- personnel d'exploitation hautement qualifié et formé (formation du personnel)</li> <li>- Système de Gestion de la Sécurité (SGS)</li> </ul>
Choc par des éléments extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- installations munies d'une protection mécanique (gabarit de protection)</li> </ul>
Défaillance équipement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- choix d'équipements d'exploitation à haute fiabilité</li> <li>- respect des spécifications techniques des équipements</li> <li>- dispositifs de mesure actionnant le contrôle, la régulation et la mise en sécurité des installations</li> <li>- dispositifs facilement accessibles pour l'inspection et la maintenance</li> </ul>
Sources d'ignition	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonage et matériels conformes à la réglementation ATEX (ATmosphère EXplosive)</li> <li>- accès limités et contrôlés</li> <li>- interdiction de toute source d'ignition sur le site (portable, appareil photo flash, cigarette, etc.)</li> <li>- présence de paratonnerre</li> <li>- conception des installations électriques conformément à la réglementation et aux normes en vigueur</li> </ul>
Gestion des modifications, travaux et entreprises extérieures, analyses de risques, formation et qualification du personnel, situations d'urgence, inspection et maintenance	<p>les aspects techniques et organisationnels relatifs aux modifications, aux travaux et entreprises extérieures, aux analyses de risques, à la formation et à la qualification du personnel, aux situations d'urgence, à l'inspection et à la maintenance doivent être intégrés dans le SGS</p>



**1.1.1 Fiche 1 : Eléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers**

Afin de déterminer la gravité potentielle d'un accident dans les études de dangers des installations soumises à autorisation, et en particulier des établissements Seveso (c'est-à-dire les établissements relevant de l'arrêté du 10 mai 2000 modifié), il est nécessaire de pouvoir compter aussi simplement que possible, selon des règles forfaitaires, le nombre de personnes exposées.

Cette fiche constitue une indication d'une méthode possible pour la détermination de la gravité.

D'autres approches sont possibles à condition d'être raisonnablement conservatoires et d'être expliquées dans l'EDD.

**Principe général**

L'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation (appelé dans la suite de la fiche « arrêté PCIG ») prescrit la détermination du nombre de personnes potentiellement exposées («en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet»). Il convient donc, quelle que soit la méthodologie retenue, de faire apparaître (éventuellement parmi d'autres) l'accident le plus pénalisant en terme de gravité.

Dans la mesure où il n'est pas possible de prévoir les conditions de l'environnement le jour où se produira l'accident (direction du vent, vacances scolaires, heure d'encombrement sur les routes, etc.), une première possibilité simple sera à chaque fois de considérer un accident représentatif présentant :

- la gravité la plus pénalisante (ex : routes encombrées, écoles aux heures scolaires...)
- la probabilité prise égale à celle du phénomène dangereux

On peut aussi retenir un jeu d'hypothèses décrivant plusieurs accidents, parmi lesquels doit figurer l'accident à la gravité la plus pénalisante (auquel sera ici associée une probabilité plus faible pour tenir compte de la direction du vent ou de la probabilité qu'il y ait des bouchons, etc.)

Pour ce qui est de la prise en compte des conditions météorologiques pour la détermination de la gravité, il convient de se reporter à la fiche n° 5 relative à la représentation et cotation en probabilité – gravité des phénomènes de dispersion atmosphérique.

## RESUME

Dans le but de répondre à la problématique de pénurie de gaz dont fait face la Région du Haut Sassandra, la société STAR OIL envisage d'implanter un centre emplisseur de Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) à Daloa. Cependant une telle activité n'est sans conséquences sur l'environnement naturel et humain dans la zone d'installation. C'est ainsi qu'une évaluation des risques du projet d'implantation d'un centre emplisseur GPL de la société STAR OIL en zone industrielle, à Daloa a été réalisée. Pour atteindre cet objectif, nous avons d'abord fait l'identification des dangers potentiels liés à l'installation, puis évalué et modélisés les risques majeurs du centre emplisseur et enfin analysé de l'accidentologie des installations similaires au centre emplisseur de gaz GPL de la société STAR OIL à Daloa. Cette approche méthodologique a été effectuée en fonction des équipements du site du projet, des produits et du mode de fonctionnement du centre emplisseur. L'identification des dangers a révélé 47 phénomènes dangereux. Parmi ces phénomènes dangereux, 3 (le feu torche, l'UVCE et le BLEVE) ont fait l'objet d'analyse détaillée car étant jugés comme majeurs selon la hiérarchisation des risques dans la grille de criticité. Les effets des risques majeurs modélisés sont plus de 3Kw/m<sup>2</sup>.

**Mots clés :** Centre Emplisseur, Gaz de Pétrole liquéfié (GPL), Evaluation des risques, Zone industrielle, Ville de Daloa.

## ABSTRACT

In order to respond to the problem of gas shortages facing the Upper Sassandra Region, STAR OIL plans to set up a Liquefied Petroleum Gas (LPG) filling centre in Daloa. However, such an activity is not without consequences on the natural and human environment in the installation zone. A risk assessment of the project to set up an LPG filling centre by STAR OIL in an industrial zone in Daloa has therefore been carried out. To achieve this objective, we first analysed the accidentology of installations similar to STAR OIL's LPG filling centre in Daloa, then identified the potential hazards associated with the installation and finally assessed and modelled the major risks of the filling centre. This methodological approach was carried out according to the project site's equipment, the products and the filling centre's operating mode. The identification of hazards revealed 47 dangerous phenomena. Among these dangerous phenomena, 3 (flaring, UVCE and BLEVE) were the subject of detailed analysis as they were judged to be major according to the hierarchy of risks in the criticality grid.

**Keywords:** Filling Centre, Liquefied Petroleum Gas (LPG), Risk assessment, Industrial zone, City of Daloa.