



République Algérien démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla
Institut des Sciences et Techniques Appliquées
Département Génie appliqué

Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention d'une licence professionnelle
Filière Hygiène et Sécurité Industrielle,
Spécialité Hygiène, Sécurité et Environnement.

Thème

**Identification et caractérisation des effets dominos par l'application de
la méthode MICADO**

(Méthode pour l'identification et la caractérisation des effets dominos)

Réalisé par l'étudiant :

- ❖ OULDEI TEBINA Salah eddine
- ❖ DELBAZ Baghdadi

Encadrée par :

Mr: HADEF Hefaidh.

Composition du jury :

Président : Mr. BOULAAJOUL Younes

Examineurs : Mr. TOUAHAR Bachir

Rapporteur : Mr. HADEF Hefaidh

Année universitaire 2017-2018



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



DEDICACES



Je dédie ce mémoire à ...

A ma très chère mère

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le
Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et
L'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et
De prier pour moi.*

*Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et
T'accorder santé, longue vie et bonheur.*

A ma très cher Père

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour,
L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu
Pour vous.*

*A tous les membres de ma famille OULDEI TEBINA,
petits et grands Veuillez trouver dans ce modeste travail
l'expression de mon Affection*

A tous mes amis

Chers les étudiants

Promotion 2018

Salah...



DEDICACES



Je dédie ce mémoire à ... 

A ma très chère mère

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le
Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et
L'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et
De prier pour moi.*

*Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et
T'accorder santé, longue vie et bonheur.*

A ma très cher Père

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour,
L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu
Pour vous.*

*A tous les membres de ma famille DELBAZ, petits et
grands Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon
Affection*

A tous mes amis

Chers les étudiants

Promotion 2018

Baghdadi...



Remerciement

Nous exprimons toute mon gratitude et sincère dévouement à Dieu tout Puissant qui grâce à son aide nous avons terminé ce modeste travail.

En guise de reconnaissance, Nous tenons à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin au bon déroulement de notre stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce travail.

Nos sincères gratitudes à Mr **HADEF Hefaidh** pour la qualité de son enseignement, ses conseils et son intérêt incontestable qu'il porte à tous les étudiants.

Nous n'oserions oublier de remercier tout le corps professoral de notre **Institut Technologie**, pour le travail énorme qu'il effectue pour nous créer les conditions les plus favorables pour le déroulement de nos études.

Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel de **SONATRACH HRM** pour leur patience, leurs conseils pleins de sens et pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont portaient à nos travaux.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.

SOMMAIRE :

Introduction général	1
----------------------------	---

Chapitre I :

À propos des risques, phénomène dangereux Et de la méthode MICADO

I.1- Concepts et définitions:.....	4
I.2. Gestion du risque.....	7
I.3. La maitrise des accidents majeurs et maintien dans le temps.....	8
II. Description de la méthode MICADO.....	11
II.1- Objectif.....	11
II.2- Principe de la méthode MICADO:.....	12
III. Conclusion.....	20

Chapitre II

Application de la méthode MICADO au CSTF

II.1-Description du champ HRM:.....	22
II.1.1- Présentation de la région de Hassi R'mel.....	22
II.1.2-Exploitation du champ de Hassi R'mel.....	22
II.1.3-Présentation générale de Centre de Stockage et de Transfert Facilité.....	24
II.2-Application de méthode MICADO.....	25
Etape n° 1: Identification et description des équipements.....	25
Etape n° 2: Analyse des risques – Définition des scénarios d'accident.....	28
Etape n° 3 : Evaluation des conséquences.....	36
Etape n° 4:Traitement des effets dominos.....	34
II.2.3-Conclusion.....	48
Conclusion général.....	50
Bibliographie.....	52
Annexe A.....	54
Annexe B.....	56
Annexe C.....	57
Annexe D.....	58

Liste des figures

Réf	Titre de figure	Page
Chapitre I		
Figure I.1	représentation la combinaison des éléments de risque	5
Figure I.2	schéma représente les différents effets d'un accident majeur	7
Figure I.3	Processus de gestion du risque [ISO ; 1999]	8
Figure I.4	Processus de maitrise des risques. [INERIS □-9, 2015]	10
Chapitre II		
Figure II.1	Situation géographique de Hassi R'mel	20
Figure II.2	Description de l'environnement du CSTF	27
Figure II.3	Matrice de risque de Sonatrach	34
Figure II.4	les zones des effets thermiques sur l'homme par ALOHA	36
Figure II.5	les zones des effets thermiques sur les structures par ALOHA	37
Figure II.6	les zones des effets de surpression BLEVE soft	39
Figure II.7	les distances entre la sphère de stockage GPL (50-T005) et les autres équipements de CSTF	41
Figure II.8	représentation pour construire la matrice des effets domino : effet de surpression.	44
Figure II.9	représentation pour construire la matrice des effets domino : effet thermique	45
Annexes		
Figure C.1	cartographie du risque – Matrice	53
Figure D.1	Localisation de scénario 01 (défaillance de la sphère T004).	54

Liste des tableaux

Réf	Titre de tableau	Page
Chapitre II		
Tableau II.1	Echelle des occurrences	33
Tableau II.2	Echelle des gravités	33
Tableau II.3	Les distances et justifications des effets thermiques sur l'homme par ALOHA	36
Tableau II.4	les distances et justifications des effets thermiques sur les structures par ALOHA	37
Tableau II.5	Calcul d'effet de surpression par logiciel BLEVE soft	38
Annexes		
Tableau C.1	cartographie du risque CSTF	53
Tableau D.1	Caractéristiques de fonctionnement de la sphère T004	54
Tableau D.2	Les Caractéristiques physiques et chimiques du produit utilisé (GPL)	54
Tableau D.3	Application de la méthode HAZOP (Sphère 50-T004)	56

Acronymes et Abréviations

DP	Division Production
HRM	Hassi-R'mel
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
CSTF	Centre de Stockage et de Transfert Facilité
MPP	Module Process plans
JGC	Japonaise Gazoline Compagnie
SWAC	Stone Webster American Company
APR	Analyse Préliminaire des Risques
HAZOP	Hazard and Operability Study
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
MICADO	Méthode d'Identification et de Caractérisation des effets Dominos
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
U.V.C.E	Unconfined Vapor Cloud Explosion
PSV	Pressure Safety Valve
PIC	Pressure Indicator Control
ALARP	As Low As Reasonably Practicable.
ISO	organization international de normalization
PED	Propension d'effets domino

Résumés de mémoire :

La zone industrielle de HRM, parmi les zones à haut risque en Algérie, et en particulier le risque de stockage de GPL et condensat au niveau de CSTF à HRM est important surtout avec les grandes capacités et les caractéristiques des produits à stocké, cette situation peut s'aggraver avec les installations à la proximité vue aux effets domino des phénomènes dangereux comme BLEVE;

Dans cette optique, notre travail est adopté sur une méthode visant à formaliser les points relatifs aux effets dominos dus au phénomène de BLEVE d'une sphère de stockage GPL, la méthode MICADO (Méthode d'identification et de CARactérisation des effets Dominos), constitue une aide pour l'intégration de la problématique des effets dominos dans une étude des dangers. Nous avons trouvé que les équipements dangereux aux proximités et gravement touché par l'effet thermique et des surpressions et peut-être des sièges d'un nouvel accident.

Mots clés: Risques majeurs, explosion, effets dominos, BLEVE,....etc

Abstract:

The industrial zone of HRM, among the high-risk areas in Algeria, and in particular the risk of storage of LPG and condensate at the CSTF to HRM level is important especially with the large capacities and the characteristics of the products to be stored, this situation may worsen with the facilities at the nearby view to domino effects of dangerous phenomena like BLEVE;

In this context, our work is adopted on a method aiming to formalize the points relating to the dominos effects due to the phenomenon of BLEVE of a sphere of storage LPG, the MICADO method (Method for identifying and characterizing Dominos effects), is an aid for the integration of the issue of domino effects in a study of the dangers.

We have found that the equipment near dangerous and seriously affected by the thermal effect and overpressures and maybe seats of a new accident.

Key words: Major risks, explosion, domino effects, BLEVEetc

Introduction général

Les hydrocarbures restent la source d'énergie la plus utilisée pour bon fonctionnement de l'économie mondiale et ils continueront à jouer ce rôle stratégique aussi longtemps que l'homme n'aura pastrouvé d'autres sources d'énergies, qui pourront remplir leurs rôles avec plus de rentabilité et d'efficacité.

Ainsi, et du fait que le secteur pétrochimique est un secteur à hauts risques, la nouvelle vision de la politique du Groupe SONATRACH doit être traduite, sur terrain, par des programmes et des actions qui visent à réduire l'incidence de ses activités sur les deux dimensions du développement durable, à savoir : l'environnement et la société. Ceci doit essentiellement viser la minimisation de l'occurrence des accidents majeurs, notamment que la plateforme pétrochimique a été secouée, ces dernières années, par une succession d'accidents majeurs (GL1k, TRE, ...) qui ont remis en cause les stratégies de prévention mises en place dans les filiales du groupe.

Il s'ensuit alors, que la performance de la politique de prévention retend aux études de dangers réalisées pour toutes les installations susceptibles d'initier des événements majeurs. A cet effet, la loi N° 04-20 du 25/12/2004 relatifs à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, exige officiellement la réalisation d'une étude de risque pour chaque nouvelle installation industrielle, et ce pour faire face aux accidents majeurs dont les conséquences sont néfastes pour toutes les parties prenantes.

La problématique des accidents majeurs au niveau des industries des pétrochimies en Algérie font l'objet de plusieurs réglementations et études afin de maîtriser les phénomènes dangereux dont l'effet est catastrophique sur les installations et les citoyennes, mais la plupart de ces étudiants ignorent l'effet domino de ces phénomènes malgré la majorité ce sont des phénomènes survenus dans des unités de production où plusieurs équipements ou unités de production voisine.

Notre travail, il se distingue par la prise en compte des effets domino, celui-ci permet d'étudier les interactions entre l'installation considérée et les installations voisines.

Néanmoins, notre travail n'a pas emprunté la démarche classique d'une étude de danger. Il se distingue par la prise en compte des effets domino. Celui-ci permet d'étudier les interactions entre l'installation considérée et les installations voisines. Ceci étant bien justifié, où le site choisi constitue un groupement d'installations dangereuses et critiques.

Pour ce faire, et vu la non-disponibilité de plusieurs méthodes dédiées à l'identification des effets dominos, nous avons appliqué la méthode dite MICADO (Méthode d'Identification et de Caractérisation des effets Dominos) développée par l'INERIS comme une aide pour l'intégration de la problématique des effets dominos dans les études de dangers.

Pour atteindre notre objectif, nous avons proposé le plan de travail suivant :

- le premier chapitre, c'est la partie théorique de notre étude qui s'intègre quelques concepts généraux sur les risques majeurs et la théorie de la méthode de calcul d'effet domino MICADO.
- La deuxième chapitre, c'est la partie pratique de notre étude dédiée à la description de la région d'Hassi R'mel (particulièrement le centre de stockage CSTF) et une analyse de risque moyennant la méthode APR et HAZOP, avec la modélisation des effets de phénomène BLEVE par les logiciels ALOHA ET BLEVE Soft et enfin c'est la partie très importante par notre étude c'est l'adaptation de la méthode MICADO afin d'identifier les équipements qui peuvent être un siège d'un nouvel accident.
- et on termine notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I :

À PROPOS DES RISQUES, PHÉNOMÈNE DANGEREUX ET DE LA MÉTHODE MICADO

L'industrialisation a contribué à l'amélioration des conditions de vie notamment par l'utilisation et la fabrication de produits chimiques. Mais de tout temps, les êtres humains ont été en permanence confrontés à des accidents corporels ou non, légers ou graves, à des événements et phénomènes de grande ampleur qui les ont profondément marqués par suite de la gravité de leurs conséquences sur les hommes et l'environnement.

I.1- Concepts et définitions:

Afin de bien expliquer le contexte de notre étude, nous avons tous d'abord expliquer quelque notions de bases liées aux terminologies et le processus gestion des risques; (BSI OHSAS 18001, 2005), (BELABES Z & al, 2017), (NF EN 50126, 2000), (HADEF & al; 2011). (GT Méthodologie, 2003).

I.1.1-Danger :

Le terme danger est défini comme une propriété intrinsèque d'une substance dangereux ou d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et /ou l'environnement.

I.1.2- Risque :

Le risque se définit par la probabilité de survenue d'un événement potentiellement néfaste (l'aléa) et par la gravité de ses conséquences (enjeux). C'est la combinaison d'enjeux soumis à un aléa .On le trouve ainsi traduit de façon simple en termes mathématiques :

Risque = Aléa (événement) x Vulnérabilité (enjeux) ou encore :

Risque = Probabilité x gravitéRisques = Aléas x Vulnérabilité x Valeur.

I.1.3-L'aléa :

L'aléa est le phénomène destructeur observé indépendant de l'enjeu exposé, il est caractérisé par une probabilité d'occurrence. Trois composantes essentielles forment l'aléa : L'intensité, la probabilité et la période de référence. Dans le contexte des risques technologiques, ou plus largement des risques d'origine anthropique, le terme aléa est peu souvent employé à cause de son caractère aléatoire.

I.1.4-L'enjeu ou élément exposé :

Enjeux ou éléments exposés correspondent à la population, aux bâtiments et autres infrastructures humaines (réseau de communication, réseau de transports...), aux activités humaines (économiques, de loisirs, de service...) et au patrimoine culturel et environnemental (monuments, paysages, biodiversité...). Il existe une triple composante d'enjeux : Humaine, socio-économique, environnementale.

I.1.5- Vulnérabilité technologique :

La vulnérabilité est la sensibilité plus ou moins forte d'un enjeu à un aléa donné. Elle exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un événement sur les enjeux, des préjudices humains aux dommages matériels. La vulnérabilité diffère selon la nature de l'élément exposé (la nature d'un bâtiment n'est celle d'un axe de réseau de communication). En outre, il n'y a pas une vulnérabilité intrinsèque, mais bien une vulnérabilité par nature d'aléa.

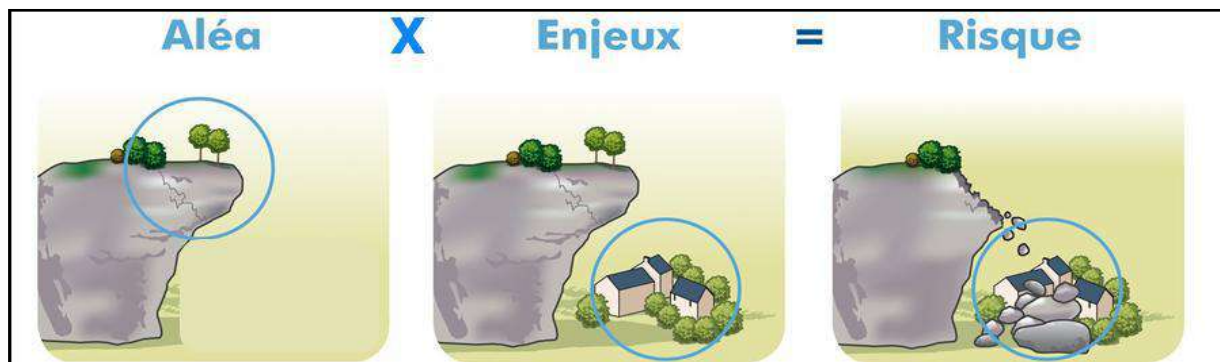


Figure I. 1 : représentation la combinaison des éléments de risque.

I.1.6- Risque industriel majeur :

Les risque industriel majeur, haut risque ou bien risque d'accidents majeurs, (sera défini ultérieurement) englobe de sa part trois modèles de risque sont considérés dans ce travail comme manifestations ou effets du risque industriel majeur, ce sont les risques thermiques, les risques toxiques et les risques de surpression. Ces risques se différent des précédents par l'ampleur des accidents et des dégâts causés : le nombre de victimes élevé non limité aux seuls salariés, destructions de bâtiments, etc.

I.1.7-L'accident majeur :

L'accident est défini comme un événement imprévu et soudain, ayant entraîné des dégâts corporels et matériels qui peuvent être plus ou moins importants. Généralement, il n'existe pas

une définition rigoureuse de l'accident majeur. Un accident est appelé majeur ou catastrophique, lorsqu'il répond conventionnellement aux trois critères suivants :

- ➔ Accident ayant causé un nombre élevé de victime, blessés ou mort et des dégâts importants ;
- ➔ Accident ayant nécessité la mise en place d'importants moyens de secours et interventions ;
- ➔ Accidents ayant conduit à une pollution permanente ou sur une longue durée, de l'environnement (faune, flore, constructions) avec des dégâts importants.

I.1.8-Phénomènes dangereux :

Correspond à une libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger de l'existence de ces dernières. C'est une « source potentielle de dommages ». À chaque phénomène dangereux sont associés une probabilité, une cinétique et un ou plusieurs effets, chacun caractérisé par ses niveaux d'intensité.

Par analogie, la crue constitue un exemple de phénomène dangereux relatif au risque naturel. Le phénomène dangereux « crue » se caractérise par une fréquence (décennale, centennale, etc.) et une intensité (hauteur, durée, vitesse).

- ❖ *Le B.L.E.V.E. : "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion"¹:*
- ❖ *L'U.V.C.E. : "Unconfined Vapor Cloud Explosion" :*
- ❖ *Le BOIL OVER*

Trois principaux effets caractéristiques des phénomènes dangereux liés au risque industriel qui sont susceptibles d'être générés par les installations industrielles sont regroupés sous trois typologies d'effets :

- Effets thermiques.
- Effets mécaniques ou de surpression.
- Effets toxiques.

¹Voir l'annexe B pour plus des détails sur le phénomène BLEVE

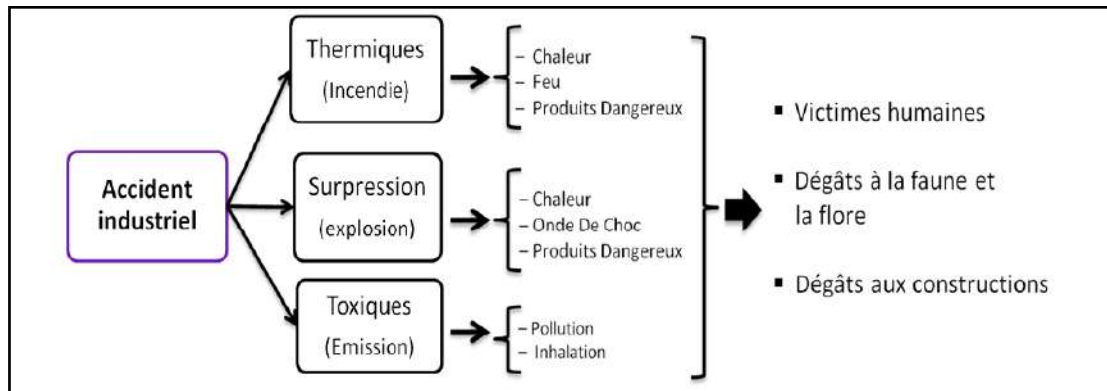


Figure I.2 : schéma représente les différents effets d'un accident majeur

I.2. Gestion du risque [ACOURIN ; 2009]

La gestion du risque peut être définie comme l'ensemble des activités coordonnées en vue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable. Cette définition, cohérente avec les concepts présentés dans les guides ISO/CEI 51 et 73 [ISO, 1999], s'appuie, ainsi, sur un critère d'acceptabilité du risque. (Voir figure I.3):

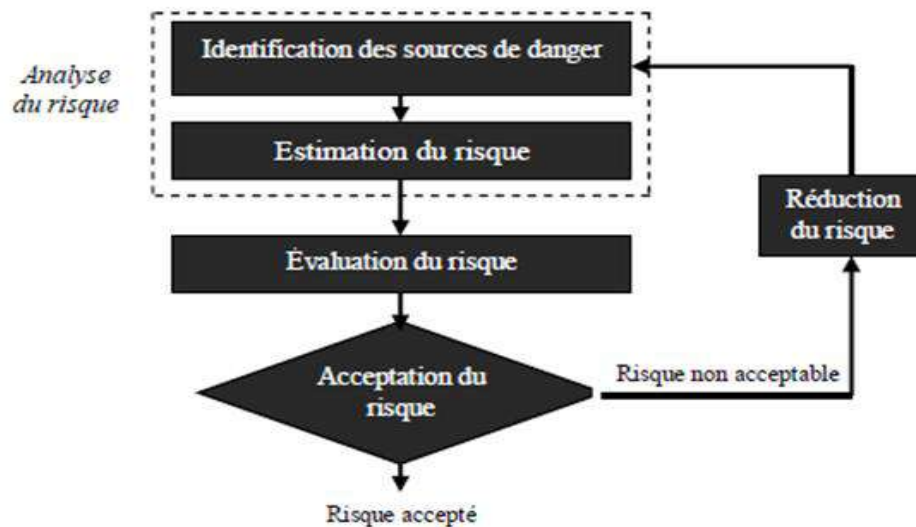


Figure I.3. Processus de gestion du risque [ISO ; 1999].

1.2.1 Analyse du risque

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

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de danger et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

L'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurités existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse. Et en fin l'estimation des risques en vue de les hiérarchiser et juger leur acceptabilité.

1.2.2 Évaluation du risque

Ce processus peut être plus ou moins complexe selon les critères retenus pour définir l'acceptation du risque. Et basé principalement sur l'analyse des risques en première étapes.

1.2.3 Risque acceptable [LAM, 2006].

Selon OHSAS 18001 [OHS, 1999], le risque acceptable est un risque qui a été réduit à un niveau tolérable pour un organisme en regard de ses obligations légales et de sa propre politique de santé et de sécurité au travail. Selon le guide ISO/IEC 51 [ISO, 1999], le risque acceptable est un risque accepté dans un certain contexte et fondé sur les valeurs admises par la société.

1.2.4 Réduction du risque

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier [ISO, 1999]. Soit des mesures de prévention ou de protection.

1.3. La maitrise des accidents majeurs et maintien dans le temps

a. Justification de la maitrise du risque:

Pour les installations visées par la Directive SEVESO II, l'étude de dangers:

- justifie que l'exploitant met en œuvre toutes les mesures de maîtrise des risques internes à l'établissement, dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus.

- justifie les éventuels écarts par rapport aux référentiels professionnels de bonne pratique reconnus, lorsque ces derniers existent, ou à défaut, par rapport aux installations récentes de nature comparable.

L'exploitant doit donc présenter un argumentaire présentant les diverses mesures envisageables qui permettraient d'améliorer la maîtrise de ses risques. [BELMAZOUZI & al, 2011].

b. Appréciation de la maîtrise du risque:

L'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents majeurs est à la charge de l'inspection des Installations Classées. Au terme de cette évaluation, il est mandaté pour éclairer les décisions quant à l'autorisation d'exploiter ou le maintien ou non de l'activité d'un établissement, ainsi que relativement aux mesures complémentaires que l'exploitant doit mettre en œuvre, dans le cadre d'un processus d'amélioration continue. [INERIS Ω-9, 2015]

c. Maintien de la maîtrise du risque:

La démonstration du niveau de maîtrise des risques d'accidents majeurs, menée au cours des étapes précédentes doit être complétée par une justification de la pérennité de cette maîtrise dans le temps. Il s'agit essentiellement de s'assurer au quotidien du bon fonctionnement des barrières de sécurité par le biais d'actions organisationnelles correctement identifiées et dimensionnées. Nous notons à ce stade qu'il existe des méthodes qui ont été développées pour pérennifier la maîtrise des risques à la source qui s'appuient sur une organisation performante de la sécurité. Cette organisation doit, lorsqu'il s'agit d'un établissement classé AS, être gérée par le biais d'un Système de Gestion de la Sécurité (SGS). En outre, les établissements classés AS sont également tenus réglementairement de présenter leur Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM). La PPAM est un document signé et représentatif de l'établissement où sont affichés clairement les objectifs de sécurité fixés et les engagements concrets qu'il prend pour les atteindre. La position du SGS dans le processus de maîtrise des risques est présentée de façon schématique dans la figure suivante:



Figure I.4 : Processus de maîtrise des risques. [INERIS Ω-9, 2015]

Dans cette figure, le processus de maîtrise des risques permet d'atteindre un niveau de risque résiduel acceptable. Ce processus de réduction des risques passe par la bonne réalisation de **fonctions importantes pour la sécurité** correctement dimensionnées. Ces fonctions sont elles-mêmes assurées par des barrières techniques ou humaines/organisationnelles **IPS**. [5]

En définitive, il faut vérifier que les **performances** des barrières de sécurité (capacité de réalisation, temps de réponse et niveau de confiance) permettent bien de garantir un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation. La confiance accordée aux barrières se traduit par des exigences opérationnelles qui doivent être respectées et évaluées, et ce, pour chaque phase du cycle de vie de la barrière : conception, installation, exploitation, maintenance, amélioration. Nous avons à cet égard afin de clarifier cette étape dans l'application de la méthode proposée. Ainsi des **tâches organisationnelles** (conception, maintenance, tests, formations, exercices...) est géré au sein d'un Système de Gestion de la Sécurité.

Ceci implique que les risques d'accidents majeurs apparaissent comme maîtrisés mais aussi que le fonctionnement et la conduite des installations en sécurité ainsi que la détection des écarts et l'entreprise réactive de modifications adaptées sont efficacement menées.

À l'issue de l'analyse des risques, de la caractérisation de la gravité et du travail complémentaire sur le management des barrières pour la maîtrise des risques, il convient de s'assurer du bon dimensionnement de ces moyens ainsi que des mesures qui garantissent leur mise en œuvre dans des délais compatibles avec le sinistre à maîtriser. Ces mesures se déclinent encore une fois en termes de tâches organisationnelles incluant inspection, maintenance, tests, exercices, formations... Il ne s'agit en quelques sortes que de spécifier pour un type de barrière particulier ce qui a été décrit au paragraphe précédent.

Dans le contexte de gestion des risques majeurs, dans ce cas-là, c'est les phénomènes dangereux qui peuvent se produire au niveau des installations industrielles, la majorité des études au nous avons consulté, ce sont des études basées principalement sur l'effet des phénomènes eux-mêmes et ignorer les effets dominos de ces phénomènes et surtout dans les installations des hydrocarbures, on trouve plusieurs unités de production dans le même chant (au voisinage), alors dans notre étude, nous avons abordé cette problématique des effets dominos, et pour cela nous avons consacré la partie deux de ce chapitre, à la description d'une méthode parmi les méthodes de calcul des effets domino.

II. Description de la méthode MICADO (Méthode d'Identification et de Caractérisation des effets Dominos) [INERIS-DRA-25472, 2002]

II.1- Objectif:

La méthode MICADO a été développée en vue de formaliser les points relatifs à l'étude des effets dominos et non comme une méthode globale intégrant des outils d'analyse des risques et de modélisations. En effet, La méthode MICADO vise plutôt à s'appuyer sur les résultats d'analyse des risques et d'évaluation des conséquences développées dans une étude des dangers en vue

d'apparaître des risques d'aggravation des sinistres et d'adéquation des moyens de secours vis-à-vis ces effets dominos.

II.2- Principe de la méthode MICADO:

La méthode présentée doit être considérée comme un outil guidant la réflexion générale menée dans le cadre d'une étude des dangers ou d'une étude de sécurité. Cette méthode considère les quatre étapes suivantes:

1-identification et description des équipements:

Il est important d'identifier les différents équipements potentiellement dangereux de manière systématique. En effet, certains équipements peuvent être à l'origine d'accidents affectant gravement les installations situées à proximité sans pour autant conduire à des conséquences enveloppes sur l'homme. Il semble pertinent de distinguer les équipements pouvant être sources d'agression de ceux dont l'intégrité est indispensable au maintien d'un niveau de sécurité acceptable sur le site (cibles particulières).

1.1 Découpage le site en sections:

Le découpage du site à étudier en sections permet de fractionner la description en se concentrant sur des parties circonscrites des installations. Eventuellement, il peut être utile d'intégrer une composante «fonction» des sections, en distinguant par exemple les sections dévolues aux activités de stockage et celles dédiées aux activités de Chargement/déchargement.

1.2 Lister les équipements par sections:

Pour chacune des sections identifiées, il convient de lister, de manière exhaustive les installations et équipements qui la composent. L'attention est attirée sur le fait que des équipements non dangereux (c'est-à-dire ne contenant pas de produits présentant un danger) «a priori» ne doivent pour autant être négligés de manière automatique, dans la mesure où ils peuvent représenter des sources d'agressions potentielles non négligeables (cas de stockage de gaz liquéfié sous pression par exemple). En vue de préciser la démarche, il est utile de classer les équipements par catégories d'équipements (où chaque catégorie a les mêmes informations, et de

donner une vision sur les accidents qui se produisent par catégorie et permet d'identifier les équipements indispensables pour la sécurité de ces installations).

Nous considérerons ici des catégories d'équipements réparties selon que nous avons affaire à:

- Des équipements « Agresseurs » pouvant être générateurs d'accidents et qui représentent de fait des sources potentielles d'agressions pour les équipements voisins. mais peuvent également être considérés comme une cible potentielle pour d'autres agressions externes. Comme exemple les équipements de process (compresseur, turbine...), les zones de stockage, les zones d'utilités (traitement des eaux...).
- Des équipements «sensibles» dont le bon fonctionnement est indispensable à la mise en sécurité des installations et à l'intervention. Il peut s'agir de salles de contrôle, de locaux pompiers,...

1.3 Décrire les caractéristiques de chaque équipement:

Il s'agit de décrire leurs principales caractéristiques en vue de pouvoir ultérieurement mener l'analyse des risques et l'évaluation des conséquences de manière pertinente. Cette étape peut s'avérer en pratique fastidieuse et lourde, si bien qu'il est souvent nécessaire de se concentrer en priorité sur les informations nécessaires et suffisantes pour mener l'étude. Ces informations sont notamment fonction de type d'équipement considéré concernent:

- La nature, la dangerosité et les quantités de substances stockées ou véhiculées.
- Les conditions opératoires (pression, température...) pour chaque phase de fonctionnement.
- Les procédures pour l'exploitation et la mise en sécurité des installations.
- Les barrières de sécurité (techniques ou organisationnelles) prévues pour maîtriser les risques sur l'équipement considéré.

1.4 Décrire l'environnement des installations:

Il s'agit d'identifier les causes possibles d'un accident (interne ou externe), l'environnement du site doit également faire l'objet d'une description détaillée. Cette dernière permet non seulement d'identifier des sources potentielles d'agressions pour les installations examinées mais

également de mettre en lumière des cibles dans l'environnement pouvant être affectées par les conséquences d'un accident survenant sur le site étudié.

2-Analyse des risques –Définition des scénarios d'accident:

Pour identification des scénarios d'accidents probable ainsi que les barrières préventives ou correctives afin de faire face à ces accidents. Dans le cas des effets dominos, cette partie doit intégrer les possibilité d'agressions externes associées notamment à la proximité d'autres installations industrielles ou les conséquences de défaillance affectant des équipements sensibles tels une salle de contrôle ou des fourniture d'utilités.

Notons qu'il est souvent difficile à ce stade d'intégrer les synergies d'accidents internes à un site dans le sens où l'évaluation des conséquences est souvent indispensable pour juger de la possibilité de synergie d'accidents.

2.1 Identification des sources d'agression externe:

Les outils systématiques d'analyse des risques classiquement (APR, HAZOP, AMDEC...) utilisé dans le cadre d'étude de sécurité/danger qui visent à étudier les conséquences sur l'environnement de défaillances affectant les installations étudiées. Il convient d'identifier également les causes d'origine externe pouvant entraîner un accident sur les installations objet de l'étude.

Notons que les gradients d'effets peuvent être recalculés à partir de deux seuils d'effets (léthalité et effets irréversibles sur l'homme, par exemple). Il est indispensable cependant d'avoir la connaissance des modèles utilisés, des hypothèses prises concernant la localisation du phénomène, les quantités mises en jeu...

En fonction des distances d'effets ainsi fournies et des seuils d'effets considérés, il est possible d'identifier les équipements pouvant être affectés par un accident survenant sur le site voisin et en définitive, d'intégrer cette hypothèse ultérieurement dans l'analyse des risques.

2.2 Analyse des risques pour les équipements dangereux:

En fonction de la complexité et de la dangerosité supposée des équipements présents sur le site étudié, une démarche systématique est à mettre en œuvre pour identifier :

- les accidents pouvant survenir, leurs conditions d'occurrence ainsi que les barrières existantes ou à envisager pour y faire face.
- Et pour chaque événement indésirable retenu, il s'agit d'identifier les causes aussi bien internes qu'externe, et notamment les effets dominos qui pourraient être générés par les installations voisins.
- Il s'agit ensuite de déterminer un indice de gravité pour chaque conséquence identifiée.
- La cotation en gravité est alors fonction de la cible qui pourrait être touchée.
- Pour chaque couple cause/conséquence identifié, il faut lister les mesures de prévention et de protection existantes.
- Il s'agit ensuite de déterminer une fréquence d'apparition de l'événement indésirable identifié. La classe de fréquence tient compte des barrières de défense en place sur le site.

2.3 Synthèse des scénarios d'accidents de référence:

Après toute analyse du risque en doit présenter un tableau de synthèse indiquant les scénarios de référence qui feront l'objet de modélisations en vue de caractériser l'étendue de leurs conséquences.

Signalons qu'il n'y a pas de réciprocité entre les scénarios enveloppes pour l'homme et pour les équipements. En d'autres termes, les scénarios retenus pour leur caractère majorant pour les effets sur l'homme ne conduisent pas obligatoirement à considérer des effets enveloppes sur l'environnement. En conséquence, la méthode propose de synthétiser les scénarios à retenir en précisant si la raison de leur sélection concerne les effets sur l'homme ou les équipements.

3-Evaluation des conséquences:

Il s'agit pour chacun d'eux d'évaluer de façon systémique les distances ou des effets sur l'homme et les structures peuvent être envisagées afin d'estimer l'importance des effets pour les scénarios dans les étapes 2.

Cette méthode propose en conclusion de dresser des tableaux par types d'effets, qui indiquent les équipements dangereux ou sensibles se trouvant à une distance de l'équipement à l'origine de l'accident, inférieure aux distances d'effets calculées.

3.1 Modélisations des scénarios d'accident:

Les modélisations visent à estimer, pour chaque scénario d'accident identifié au cours de l'analyse des risques, les distances auxquelles des effets significatifs sur l'homme ou les équipements peuvent être observés.

Dans un premier temps, il s'agit de déterminer les distances enveloppes au-delà desquelles un effet spécifique n'est plus observé. Il est particulièrement important, dans le cas des équipements, de mettre en rapport l'effet considéré avec le temps pendant lequel il peut être observé.

Ainsi, la méthode MICADO choisit d'effectuer les calculs en première approche pour des seuils prudents au-delà desquels des effets ne peuvent a priori être observés sur des équipements industriels. Ces seuils sont retenus de manière forfaitaire par type d'effets et ne prennent pas en compte à ce stade la nature de l'équipement affecté.

En fonction de ce premier résultat, l'utilisateur pourra en fonction des cas les plus critiques, juger de la pertinence de ces seuils au regard des équipements étudiés.

Enfin, dans la mesure où des effets sur les structures pourraient être observés sur des sites voisins, il est nécessaire d'estimer non seulement des distances enveloppes mais également des gradients d'effets en dehors des limites de propriété, afin de pouvoir les communiquer au site concerné.

3.2 Seuils d'effets retenus:

La méthode MICADO propose, dans un premier temps, de déterminer des distances d'effets correspondant à des seuils retenus de manière forfaitaire et prudente. En d'autres termes, la détermination de ces distances d'effets permet d'assurer que les risques d'effets dominos sont peu probables pour les équipements situés au-delà. Pour autant, ces zones d'effets n'assurent pas obligatoirement que tous les équipements situés dans ces zones seront le siège de nouveaux accidents, initiés par un premier accident.

4-Traitement des effets dominos:

Les trois étapes précédentes se sont de reformulation de travail qui a été réalisé dans le cadre de l'étude de danger, et cette dernière étape est l'étape le très important car elle intègre le calcul d'effet domino selon des formules proposées.

Il s'agit, à partir des tableaux d'effets réalisés à l'étape précédente, d'identifier les sinistres pouvant être initiés par les scénarios d'accidents envisagés et de s'assurer que ces synergies d'accident ont bien été prises en compte dans la définition des scénarios d'accident. Si tel n'est pas le cas, la méthode propose de considérer de nouveaux scénarios intégrant ces nouvelles possibilités d'agressions. Une fois que les effets dominos ont été identifiés pour des équipements pris deux par deux (un agresseur et une cible), la méthode suggère d'identifier les cascades d'accidents sur la base d'un facteur noté PED pour propension aux effets dominos. Ce facteur permet, sur la base des résultats de la partie " Evaluation des conséquences", de définir dans quelle mesure il y a lieu de considérer une propagation successive d'un sinistre sur plusieurs équipements. En dernier lieu, cette étape s'attache à estimer la criticité des effets dominos identifiés en répondant aux questions suivantes:

- Y-a-t-il aggravation de sinistre?
- Quelle est la cinétique de ces enchaînements d'accidents?
- Quel impact ont ces effets dominos sur les dispositions de maîtrise des risques mis en place?

4.1 Matrice des effets dominos:

Il convient d'identifier les effets dominos ou les enchaînements d'accidents susceptibles de survenir. Donc, il est proposé de déterminer les effets dominos entre deux équipements. Pour ce faire, la méthode suggère de construire trois matrices d'effets dominos selon que les accidents à l'origine d'effets dominos concernent des effets thermiques, mécaniques ou toxiques.

L'idée de ces matrices est de faire apparaître clairement et de manière visuelle dans quelle mesure un accident initiateur peut modifier la possibilité, la probabilité voire la gravité d'un scénario d'accident envisagé sur un équipement voisin dans l'analyse des risques. Ainsi, chaque matrice est construite de la façon suivante:

- Les colonnes de la matrice comportent les scénarios d'accident de référence «Agresseur» identifiés au cours de l'analyse des risques et correspondant au type d'effet considéré.
- Les lignes de la matrice correspondent aux cibles potentielles vis-à-vis des scénarios considérés. Ces lignes désignent ainsi:

- soit des scénarios d'accidents identifiés dans l'analyse des risques, l'objet étant de savoir si un scénario «Agresseur» peut effectivement entraîner un nouveau scénario d'accident sur un équipement voisin.
- soit des équipements sensibles

L'objet est bien entendu de vérifier par le biais de cette matrice si un accident primaire peut entraîner de nouveaux accidents ou des défaillances graves des équipements situés à proximité. Et lors de l'élaboration de ces matrices la notion de "sur accident" fait apparaître, c'est-à-dire une synergie d'accident pour laquelle les conséquences d'un accident sont accrues par l'enchaînement d'accidents susceptibles de survenir consécutivement.

4.2 Aide pour l'élaboration des matrices: le facteur PED

La construction des matrices d'effets dominos constitue bien entendu le point crucial de l'étude. L'enjeu de l'analyse consiste ainsi à déterminer quels effets dominos peuvent être physiquement envisagés et dans quelle mesure ils influent sur les scénarios d'accidents déjà envisagés.

La méthode MICADO propose d'évaluer à ce stade, un facteur nommé PED pour propension aux effets dominos. Ce facteur permet de juger du degré de pertinence des scénarios d'effets dominos considérés.

Le facteur PED peut être déterminé pour un effet domino entre deux équipements voisins partir de la formule suivante:

$$PED (1 \longrightarrow 2) = 1 - \frac{D (1 \rightarrow 2)}{D \text{ seuil effet}}$$

Où $D (1 \rightarrow 2)$ est la distance entre l'équipement 1 et l'équipement 2 et $D \text{ seuil effet}$ est la distance d'effets sur les structures. Ainsi, plusieurs cas peuvent se présenter:

1) $PED < 0$ ($D \text{ seuil effet} < D (1 \rightarrow 2)$):

Dans ce cas, compte tenu du caractère prudent des seuils d'effets retenus, l'occurrence d'un nouveau scénario d'accident paraît improbable.

2) $PED \approx \varepsilon$ avec $\varepsilon \approx 0$ ($D \text{ seuil effet} \approx D (1 \rightarrow 2)$):

Il s'agit d'un cas limite pour lequel l'équipement considéré est soumis à des effets proches du seuil considéré. Dans cette situation, l'utilisateur est invité à examiner si le seuil forfaitaire retenu est effectivement pertinent pour l'équipement cible considéré.

3) PED compris entre 0 et 1:

Dans ce cas, les effets subis par l'équipement cible pourraient être significativement plus élevés que ceux retenus pour le seuil minimal d'effet.

Dans ce cas, l'utilisateur pourra juger prudent de considérer dans un premier temps que l'équipement cible sera gravement affecté par les effets du premier accident et être le siège d'un nouvel accident dans le cas des équipements potentiellement agresseurs.

Dans une démarche plus fine, il pourra calculer plus précisément les effets reçus par l'équipement cible. Vis-à-vis de ces résultats, il pourra juger de la pertinence d'un effet domino à partir de seuils adaptés à l'équipement considéré ou grâce à des outils de modélisation dédiés à l'étude de la réponse de structures soumis à des phénomènes accidentels extérieurs. Il en effet rappelé que la méthode MICADO n'a pas pour objet de simplifier à l'extrême les résultats de l'évaluation des conséquences mais de guider l'utilisateur pour la mise en œuvre de modèles plus sophistiqués, réservés aux cas jugés les plus critiques.

Notons enfin que, pour les effets dominos envisageables, le PED est toujours compris entre la valeur 0 et 1.

4.3 Construction des matrices d'effets dominos:

La méthode MICADO propose un organigramme décisionnel pour guider l'utilisateur dans sa démarche d'évaluation des effets dominos. En aucun cas, cette méthode ne vise à se substituer à son pouvoir de décision ou à son expertise.

Il apparaît clairement que les points les plus délicats à traiter concernent la détermination des cases jaunes, oranges ou rouges, c'est-à-dire savoir si l'accident initiateur peut engendrer le scénario secondaire considéré (dans le cas contraire, case grise), si cet accident modifie simplement la probabilité du second accident (case jaune ou orange) ou en modifie la gravité (case rouge). La case rouge signifie que le scénario de référence retenu comme accident primaire

est sous-dimensionné. Il convient alors de redéfinir un scénario de référence, et de modifier les matrices en conséquence.

III. Conclusion

Ce chapitre a explicité dans un premier partie les différents concepts de bases des risques, les accidents majeurs, et le processus de gestion des risques, et en deuxième partie, les étapes de la méthode MICADO. De ce fait, nous pouvons présenter la deuxième chapitre de notre travail qui sera la réalisation de la méthode MICADO au niveau de centre de stockage de la région Hassi R'mel.

CHAPITRE II:

APPLICATION DE LA MÉTHODE MICADO AU CSTF

Afin de concrétiser les connaissances que nous avons annoncées dans le premier chapitre; nous avons fait une application de la méthode MICADO au niveau de la division de production SONATRACH Hassi R'mel, selon les étapes suivantes, la présentation de la région HRM ; et application de la méthode MICADO selon les quatre étapes ; la première, l'identification et description des équipements afin de sélectionner l'équipement le plus critique par l'application de la méthode APR. et la deuxième étape c'est l'analyse des risques – Définition des scénarios d'accident, et en troisième étape l'évaluation des conséquences, enfin l'étape l'essentiel c'est le traitement des effets dominos.

II.1-Description du champ HRM:

II.1.1- Présentation de la région de Hassi R'mel :

Hassi R'mel est située à 525Km au sud d'Alger entre la ville de Ghardaïa et Laghouat et à une altitude de 760m environ (figure 01). Ce champ s'étend sur 70KM du nord au sud et 50KM de l'Est à l'Ouest, c'est un gisement de gaz brut riche en condensât et un anneau d'huile sur la périphérie Est.

Le climat est caractérisé par une faible pluviométrie (140 mm/An), vents dominants sont de direction Nord Ouest pouvant atteindre la vitesse de 100Km/h.

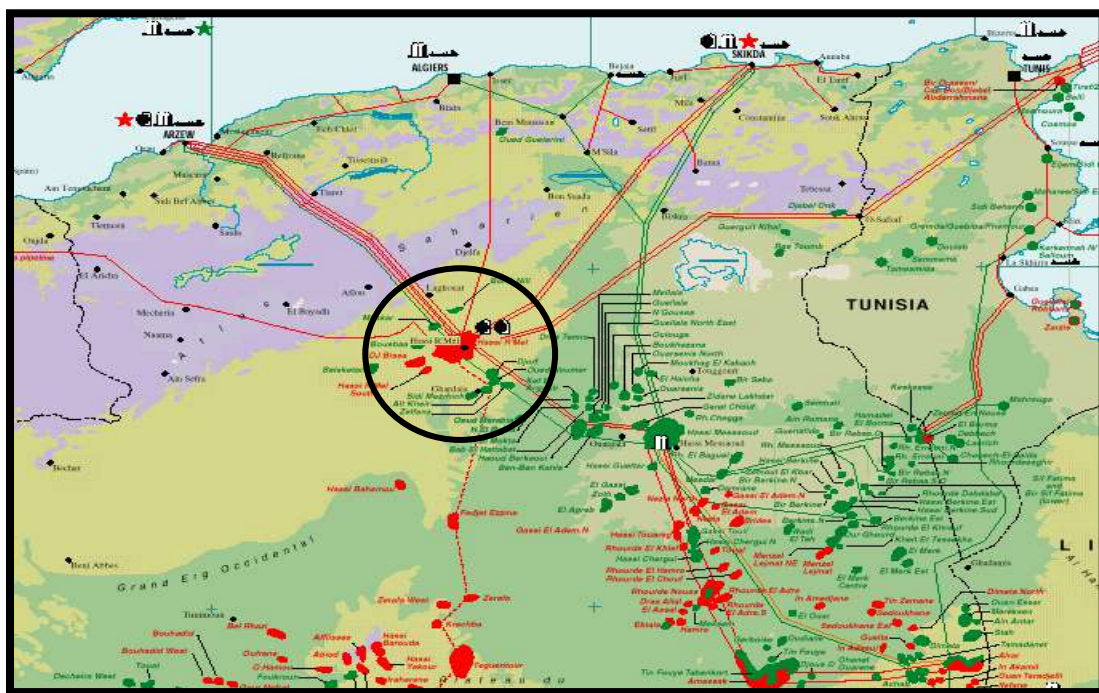


Figure II.1 : Situation géographique de Hassi-R'mel.

II.1.2-Exploitation du champ de Hassi R'mel :

La forme géométrique, la nature de l'effluent et l'homogénéité du réservoir de champ HR ont conduit au choix d'un schéma d'exploitation alterné comportant trois zones de productions (Nord, Centre et Sud) intercalées par deux stations, l'une de compression et l'autre d'injection. Et les zones industrielles de Hassi R'mel sont:

➤ **La zone centre :**

Elle comporte 03 modules (0, 1,4) une phase B (commune) et un centre de stockage et de transfert des fluides CSTF

Le module (0) comporte deux trains identiques et indépendants d'une capacité de production

- 30 millions m³/ jour de gaz sec
- 1300 tonnes m/ jour de GPL
- 6100 tonnes m/ jour de condensât

Le module (1) comporte 03 trains identiques d'une capacité de production globale de traitement de:

- 60 millions m³/ jour de gaz sec
- 2400 tonnes/ jour de GPL
- 6100 tonnes/ jour de condensât

Le module (4) comporte trois trains identiques et indépendants d'une capacité de production globale de traitement de :

- 260 millions m³/ jour de gaz sec
- 700 tonnes/ jour de GPL
- 11200 tonnes /jour de condensât
- La SRGA (station de récupération des gaz associés)

➤ **La zone Nord :**

Le module (3) alimenté par les puits du Nord comportant trois trains identiques et indépendants d'une capacité de traitement de :

- 60 millions/ m³ jour de gaz sec
- 2700 tonnes/ jour de GPL
- 11800 tonnes /jour de condensât

La station de compression et de réinjection Nord est composée de 9millions m³ par jour, à l'aide de 18 Turbomachines.

➤ **La zone Sud :**

Le module (2) identique au module (3) qui est alimenté par les puits de Sud.

La station de compression et de réinjection Sud et ainsi identique a celle du Nord

CTG Djebel Bissa : un centre de traitement de gaz brut dont la capacité de traitement est de 4 million m³ par jour

CTH –Sud : un centre de traitement d'huile

HR – Sud : un centre de traitement de gaz brut dont la capacité de traitement est de 4 millions m³ par jour.

II.1.3-Présentation générale de Centre de Stockage et de Transfert Facilité :

C'est un centre de stockage et de transfert des hydrocarbures liquides, il est constitué de bacs (réservoirs cylindriques) pour le stockage de condensât, de réservoirs sphériques pour le stockage de GPL, d'un système de jaugeage des bacs, d'un système de comptage des quantités de condensât et de GPL expédiés pour la commercialisation et d'un ensemble de pompes pour expédier les produits vers le terminal d'ARZEW à travers les deux oléoducs LZ1 et NZ1

Le CSTF à une capacité de stockage totale de **78000 m³ de GPL** et de **285000 m³ de Condensât**.

Le CSTF est composé en quatre sections :

a. Section stockage Condensat

- **JGC** : les 4 bacs (**T006/7/8/9**) sont à toit flottants équipés de (03) pompe booster **50 P003 A/B/C** qui reçoivent le condensat à la pression de liquide et l'envoi vers les 3 pompes d'expédition **50 P004 A/B/C** qui le refoule a son tour avec une pression de 20 bars vers l'unité de comptage **X001** puis vers la station de pompage
- **SWAG** : les 3 bacs (**S101A/B/C**) sont à toit flottants équipés de trois (03) pompe d'expédition **P102 A/B/C** qui reçoivent du condensat a la pression du liquide et le refoule directement avec une pression de 20 bars vers l'unité de comptage puis vers la station de pompage

b. Section stockage GPL

Dans le site de stockage et de transfert de GPL on trouve 12 Sphères (**50 T001/T005 et T016**) et (**60 T001/T006**) équipée de 12 pompes booster **50/60 P001 A/B/C/D/E/F** d'un débit de 166 m³/h qui reçoivent du GPL a la pression de stockage **5,34 bars** et le refoule avec une pression de **P = 15 à 18 bar** vers 6 pompes d'expéditions **50/60 P002 A/B/C** d'un débit de 353 m³/h qui le refoule a **P = 25 à 34 bar** vers l'unité de comptage **X002** puis vers la station de pompage (SP4)

c. Section compresseur

Pour la récupération de gaz de tête de la sphère lors de l'augmentation de sa pression le CSTF est doté d'un système de compression qui comporte 5 compresseurs **50 K001A/B** **60K001A/B/C** centrifuge a 3 étages d'un débit de 34000 m³/h entraînés par une turbine a gaz,

de 2 ballons épurateur d'aspiration des compresseurs 50/60 D003, de 2 ballons accumulateur de GPL50/60 D004 et de 2 batteries d'aéro-réfrigérants 50/60 E001

d. Section utilité

✓ La sous station électrique

Dans cette station on trouve des transformateurs et des disjoncteurs

- les transformateurs reçoivent le courant et alimentent les installations
- les disjoncteurs servent à couper le courant (travaux)
- les câbles qui transportent le courant sont alignés sur des supports métalliques avec la mise à la terre

✓ système d'eau

- eau de service
- eau anti incendie
- eau potable
- eau de refroidissement : On trouve un ballon d'eau équipé de deux pompes (57P408A/B) qui alimentent le système de refroidissement des pompes.

En circuit fermé l'eau revient au ballon en passant par les aéro E404 A/B pour le refroidissement

✓ Système d'air comprimé

- Air de service
- Air instrument

II.2-Application de méthode MICADO :

Le bagage théorique explicité dans le premier chapitre et la description détaillée du module CSTF vont nous permettre de passer à l'application intégrale de la méthode MICADO.

Le site CSTF englobe plusieurs équipements dangereux. Néanmoins, sphère 50-T004 nous apparaît le plus critique pour les raisons suivantes:

- La sphère 50-T004 est un réservoir
- Il contient du GPL liquide

De ce fait, la 50-T004 a été choisi pour modélisation. De plus, nous avons opté pour l'étude du phénomène BLEVE.

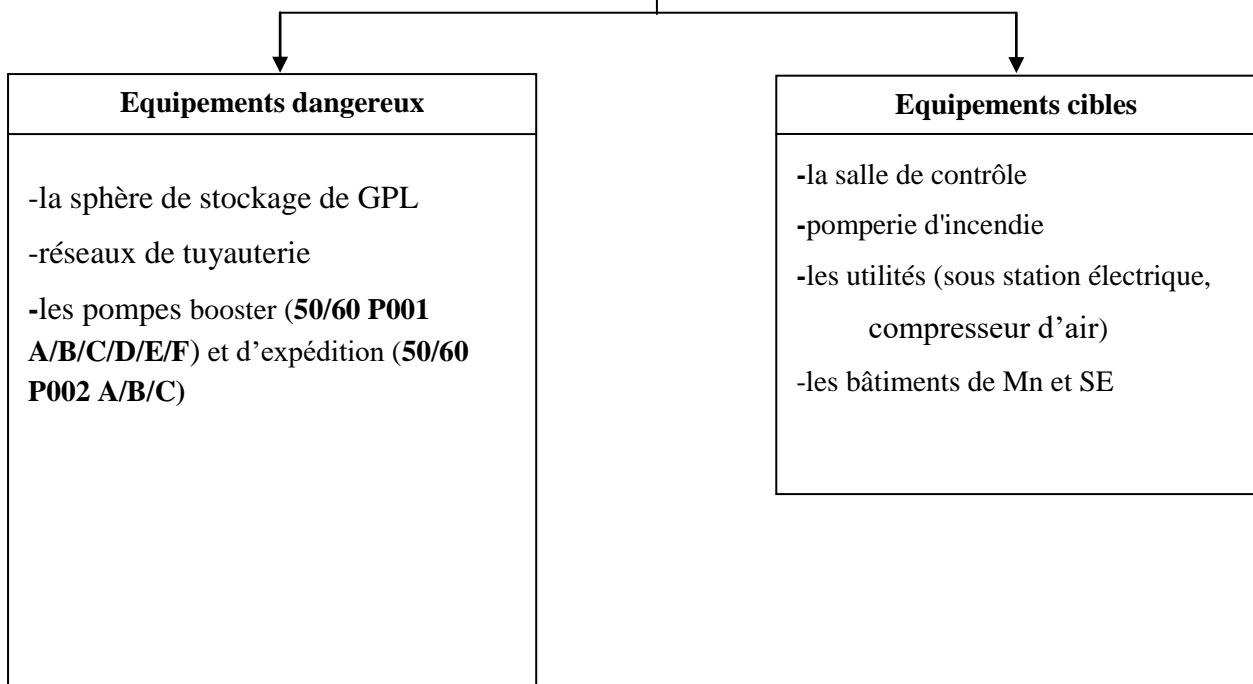
Etape n° 1: Identification et description des équipements.

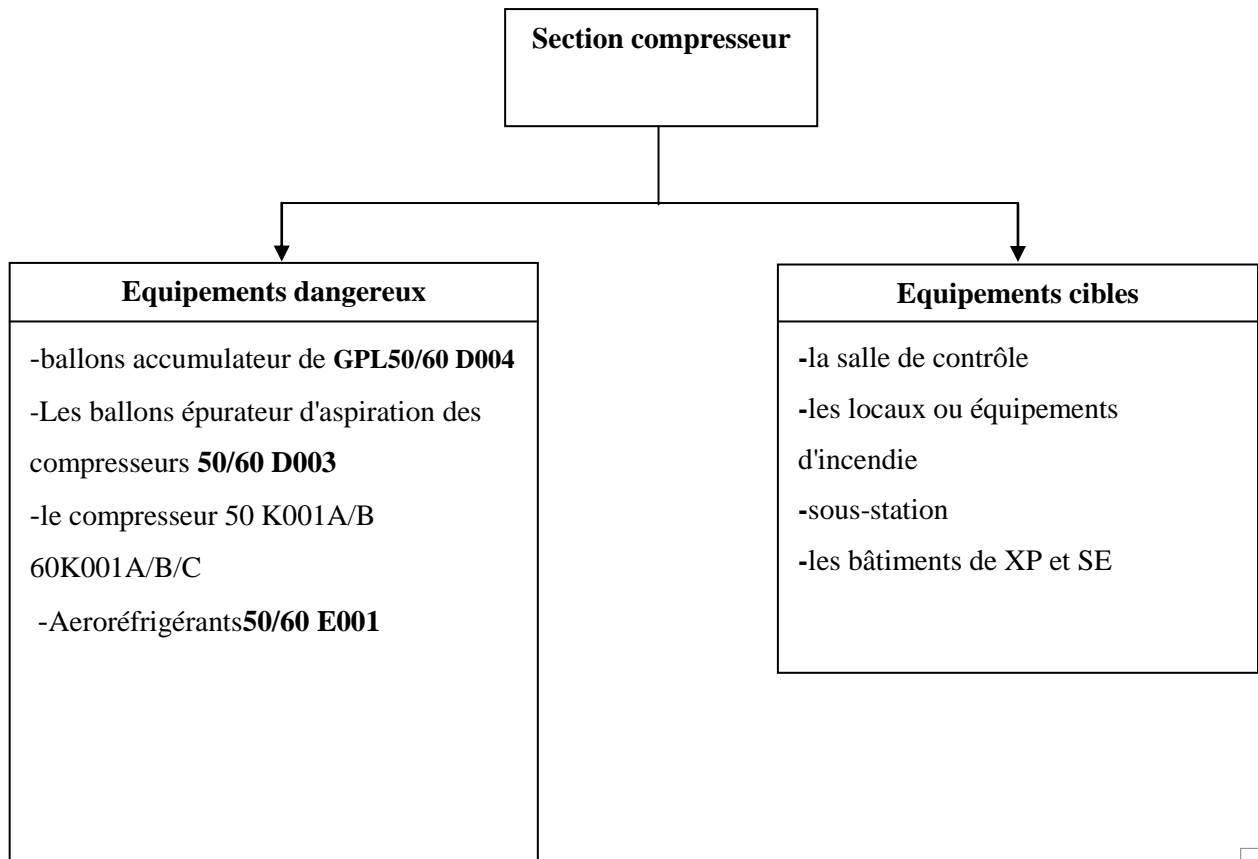
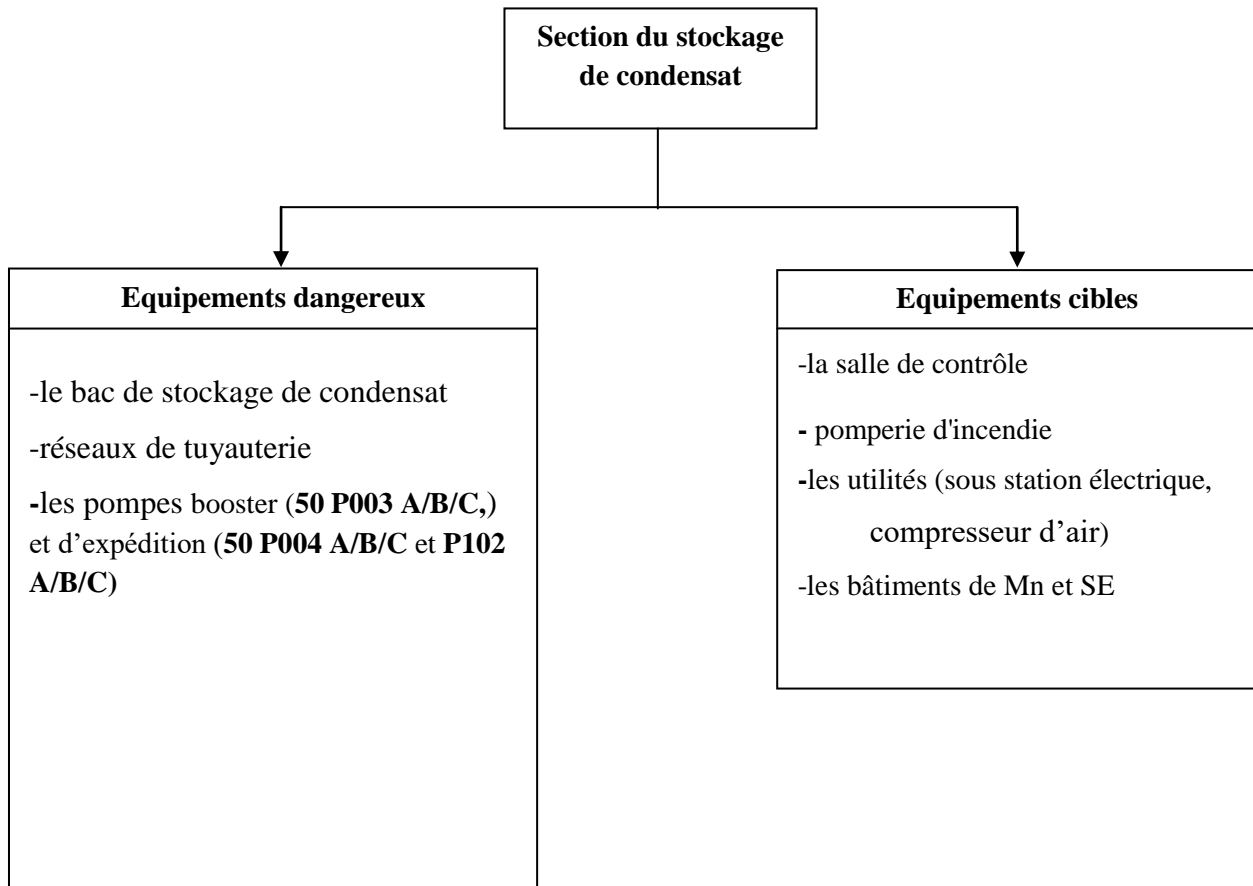
I - Découpage du site en sections:

- Section stockage Condensat
- Section stockage GPL
- Section compresseur
- Section utilité

Le site				
Les sections	S. stockage (condensat)	S. stockage GPL	S. compresseur	S. utilité
Les équipements de la section	-les bacs (T006/7/8/9) et (S101A/B/C) -les pompes booster 50 P003 A/B/C -Les pompes d'expédition 50 P004 A/B/C et P102 A/B/C	-Les Sphères (50 T001/T005 et T016) et (60 T001/T006) -les pompes booster 50/60 P001 A/B/C/D/E/F -les pompes d'expéditions 50/60 P002 A/B/C	-compresseurs 50 K001A/B 60K001A/B/C -Les ballons épurateur d'aspiration des compresseurs 50/60 D003 - ballons accumulateur de GPL50/60 D004 - Aeroréfrigérants 50/60 E001	- La sous station électrique -système d'eau -Système d'air comprimé

Section du stockage de GPL





II -Description de l'environnement

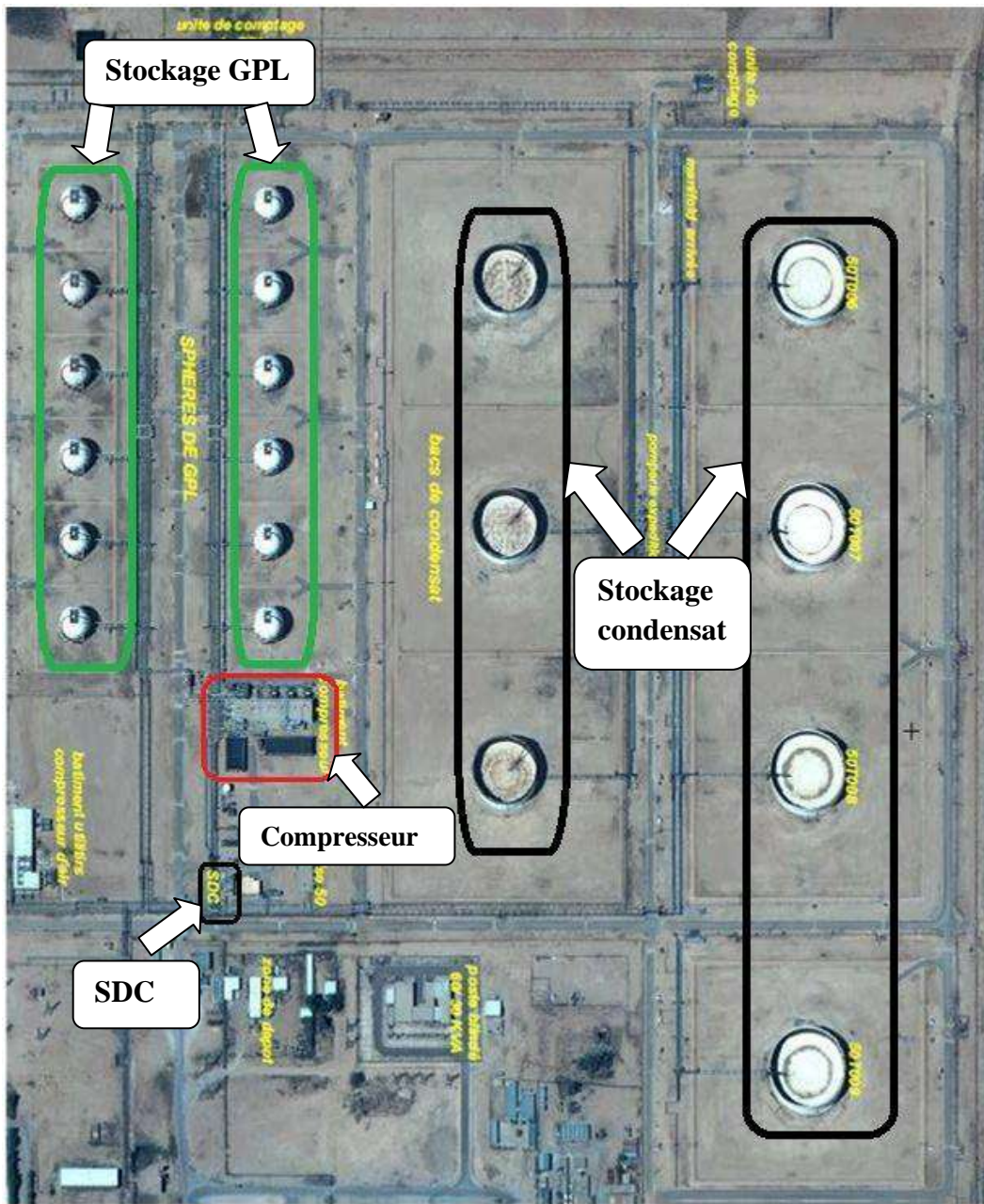


Figure II.2 :Description de l'environnement du CSTF

Etape n° 2:Analyse des risques – Définition des scénarios d'accident

Le site CSTF comporte une multitude de sphères de stockage de GPL (50 T001/T005 et T016) et (60 T001/T006) ont la capacité de 7800m³ chacun, les bacs de stockage de condensat, la section compression et les utilités, afin de sélectionner l'équipement le plus critique, nous avons appliqué la méthode APR pour tirer les points faibles de l'installation et compléter l'étude avec une analyse de risque en appliquons la méthode HAZOP sur cette équipement critique retenus par l'étude APR.

I - Analyse des risques (application de la méthode APR):

N:	Equipement	Evénement indésirable	Causes	Moyens de prévention	F	Conséquences	Maîtrise de conséquences	G	Propositions d'amélioration
01	-La sphère	-Evaporation du gaz liquéfié stocké -Fuite de GPL -Electricité statique	-Dérive de système de régulation -Rupture ou percement de canalisation -Agression thermique externe (incendie au voisinage) -Corrosion de canalisation -Effet missile possible	-Soupapes de sécurité pour la dépressurisation vers : -holding -torche - atmosphère -Inspection périodique -DéTECTEURS de gaz -maintenance -Produit ignifugeant -La mise a la terre -La purge -Vérification et testes périodique des moyens de détection, d'alarme et les moyens d'extinction automatique ou manuelle.	1	-BLEVE -Boule de feu -Feu de cuvette -Dégâts matériels -Dégâts humains -Atteinte environnementale -Effets domino -Evacuation selon POI -Intervention selon PPI	- cuvette de rétention - couronnes de refroidissement - sacs de sable - réseau incendie (rampes d'arrosage, lance monitor, etc.)	4	-Ignifugation de la conduite d'eau -Surveillance des canalisations -Amélioration des moyens de communication

N:	Equipe ment	Evénement indésirable	Causes	Moyens de prévention	F	Conséquences	Maîtrise de conséquences	G	Propositions d'amélioration
02	-la pompe d'expédition P002	-cavitation avec ruine de la pompe -Fuite de GPL -problèmes mécaniques (vibration) - problèmes électrique (étincelle)	-Débit bas -Rupture ou percement de canalisation -Travail avec des matérielles n'est pas en bronze	-Détecteur de gaz -détecteur de flamme - La mise à la terre -maintenance préventive -Vérification et testes périodique des moyens de détection, d'alarme et les moyens d'extinction automatique ou manuelle.	3	-déclenchement de pompe P002 -Dégâts matériels -Dégâts humains -Atteinte environnementale -Effets dominopossible -incendie	- Arrêt d'urgence des pompes en salle de contrôle - moyen de lutte Incendie - Un système de déluge d'eau	2	-Formation du personnel sur l'extinction d'un incendie (exercices de simulation) -vérifications et des campagnes de sensibilisation sur les lieux de travail

N:	Equipement	Evénement indésirable	Causes	Moyens de prévention	F	Conséquences	Maîtrise des conséquences	G	Proposition d'amélioration
03	-les ballons	-Surpression -Fuite -augmentation de température	-corrosion des parois -présence des dépôts de mercure -fissurations éventuelles -Agression thermique ou mécanique externe -Dérive du système de régulation	-des inspections périodiques -ignifugation des supports -soupapes de sécurité -inhibiteur de corrosion -maintenance préventive surtout les instruments de contrôle -purge	1	-Incendie -Explosion -Effets dominos -Perte du matériel -Perturbation de la production -Atteinte environnementale	-Réseaux incendie (les canons, les dévidoirs) -Extincteurs (portatifs et mobiles à poudre)	3	-Rideau d'eau au niveau de certains ballons
04	-Le compresseur K001	-Fuite de gaz -Fuite d'huile d'étanchéité -Le bruit	-L'usure et corrosion des canalisations	-DéTECTEURS de gaz -Conduite d'anti-pompage -Maintenance et inspection régulière -Système de régulation	3	-Incendie -Explosion -Effets domino possible -Risque de surdité irréversible en cas de longue exposition au-delà de 90 DB (grande période). -Provoque des insomnies, problème cardiaque	-Extinction automatique à CO2 -Réseau incendie	2	- Signalisation appropriée des zones bruyantes

N:	Equipement	Evénement indésirable	Causes	Moyens de prévention	F	Conséquences	Maîtrise de conséquences	G	Propositions d'amélioration
05	-Le Bac	-Fuite de canalisation de transfert de condensât -Débordement de condensât -Surpression -Electricité statique	-Mauvaise fermeture ou fuite des vannes placées sur les tuyauteries en liaison avec le réservoir -Remplissage non contrôlé par suite de défaillance des appareils de surveillance (niveaux, alarmes) -Corrosion -Défaillance au niveau des brides -vibration -Erreurs humaines (fausses manœuvres) -Incendie au voisinage -Rupture du bac -L'écoulement de fluide -Vent de sable	-choix des matériaux -Inhibiteur de corrosion -Maintenance préventive -Prévention et protection efficace des équipements avoisinants -La mise à la terre -Echantillonnage de fluide pour assurer l'homogénéité du condensât - Détecteurs de température -détecteurs de gaz -détecteurs de niveau -la purge	2	-Epanchage de fluide -Feu de cuvette -Boil-over -Explosion -Dégâts matériels -Dégâts humains -Atteinte environnementale -Evacuation par POI -Intervention par PPI	-Réseau incendie (Lances monitor fixe à eau, Lances monitor fixes à mousse) - couronnes de referoidissement - Vanne d'isolement - les sacs de sable - Déversoirs à mousse - Cuvette de rétention - la ronde	2	Des exercices de manipulation des moyens fixes anti-incendie Des exercices de manipulation et d'utilisation d'extincteur Prévoir un merlon en béton

N:	Equipe ment	Evénement indésirable	Causes	Moyens de prévention	F	Conséquences	Maîtrise de conséquences	G	Propositions d'amélioration
06	-la pompe d'expédition P004	-cavitation avec ruine de la pompe -Fuite de GPL -problèmes mécaniques (vibration) - problèmes électrique (étincelle)	-Débit bas -Rupture ou percement de canalisation -Travail avec des matérielles n'est pas en bronze	Détecteur de gaz -détecteur de flamme - La mise à la terre -maintenance préventive -Vérification et testes périodique des moyens de détection, d'alarme et les moyens d'extinction automatique ou manuelle.	1	-déclenchement de pompe P004 -Dégâts matériels -Dégâts humains -Atteinte environnementale -Effets domino possible -incendie	- Arrêt d'urgence des pompes en salle de contrôle - moyen de lutte Incendie - Un système de déluge d'eau	2	-Formation du personnel sur l'extinction d'un incendie (exercices de simulation) -vérifications et des campagnes de sensibilisation sur les lieux de travail

II- Evaluation des conséquences:

Après l'identification des risques et problèmes potentiels, une évaluation du risque a été réalisée en identifiant la probabilité d'occurrence ainsi que la gravité des conséquences.

Cette évaluation s'est basée sur le principe de la matrice de risque. L'objet de cet outil pour jugés à ce que le risque acceptable ou non et pour renfoncer notre barrières de prévention et de protections.

La matrice de risque utilisée c'est la matrice définie par SONATRACH DP. Les classes de gravité et de probabilité sont décrites en détails ci-après :

II .1-Cotation en probabilité :

Tableau. II.1 : Echelle des occurrences

Probabilité	Description	Fréquence
P4	Très probable S'est produit fréquemment au sein de Sonatrach.	1/an
P3	Probable S'est produit(ou pourrait produire) au sein de Sonatrach, pourrait produire pendant la durée de vide l'installation	10-2à 10-1/an
P2	Peu probable Déjà (ou pourrait se) rencontré dans une organisation similaire à Sonatrach	10-4à 10-2/an
P1	Improbable Jamais rencontré ou entendu parler mais physiquement possible(ou rarissime)	<10-4/an

II .2- Cotation en gravité :

Tableau. II.2 : Echelle des gravités

Conséquences	Personnes	Environnement	Biens/ Equipements
G4	Accident mortel et/ou irréversible d'une partie importante du personnel et/ou de la population et/ou conséquences majeures sur les ressources	Conséquence extérieure majeure Pollution à l'échelle régionale/nationale	Domages majeurs à des équipements dangereux à l'extérieur de l'établissement
G3	Accident mortel et/ou irréversible d'une partie limitée du personnel et/ou de la population et/ou conséquences graves sur les ressources	Conséquence extérieure importante Pollution à l'échelle de la localité	Domages légers à l'extérieur du site ou dommages importants à d'autres équipements dangereux ou importants pour la sécurité sur le site

G2	Accident corporel avec une, incapacité permanente moyenne ou faible	Conséquences interne importante ou extérieur limitée	Dommages limités à des équipements non dangereux sur site
G1	Accident corporel avec arrêt de travail	Conséquence interne limitée	Dommages limités au site et n'entraînant pas de défaillances significatives

II.3- La grille de criticité: [Etude de Dangers CSTF, 2010]

Gravité	1				
	2	6	5	2,4	
	3	3			
	4	1			
		1	2	3	4
		Probabilité			

Figure II.3 : Matrice de risque de Sonatrach

III- Evaluation des conséquences des scénarios considérés:

Selon la grille de criticité, les installations sources de dangers majeurs (couleurs jaune), nous pouvons distinguer les points névralgiques suivants:

- La zone de stockage de GPL et de condensat (la sphère et le bac).
- Le compresseur
- Les ballons épurateur d'aspiration et ballons accumulateur de **GPL**

En fonction de la grille de criticité obtenue et des opinions exprimées par les opérateurs expérimentés dans ce site industriel (CSTF), qui considèrent la sphère de stockage GPL comme un nœud délicat à cause de sa dangerosité et du fait que celui-ci se trouve dans une zone très critique, pour toutes ces raisons et celles évoquées en introduction générale, nous avons abordé le phénomène du BLEVE sur la sphère 50-T004.

En effet, le phénomène de BLEVE a toujours été une crainte pour les services d'incendies. Où tous les intervenants dans ce domaine sont bien sensibilisés à l'ampleur d'un tel phénomène.

C'est pourquoi nous essayerons de faire effectuer des calculs assez faciles sur ce phénomène, avec les données collectés à travers les expérimentés au niveau de l'installation. Et le but était de donner une information accrue aux intéressants et tous qui pouvant être confrontés à un BLEVE potentiel.

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

- la propagation d'une onde de surpression,
- la projection de fragments à des distances parfois très importantes,
- et, dans le cas d'un BLEVE de liquide inflammable, la formation d'une boule de feu dont le rayonnement thermique peut devenir prépondérant en termes de conséquences.

Les causes identifiées de BLEVE sont multiples. On distingue notamment :

- Fuite sur une tuyauterie,
- Rupture de tuyauterie,
- Sur remplissage,
- Accident routier,
- Erreur humaine,
- Erreur de conception, matériau non adapté,
- Incendie extérieur.

Etape n° 3:Evaluation des conséquences¹

A travers l'organigramme décisionnel expliqué dans la partie théorique, qui désigne la procédure de construction des matrices.

Premièrement, on a traité seulement le scénario du BLEVE de sphère car c'est l'élément le plus critique d'après l'analyse de risque que nous avons réalisée dans l'étape 1 et 2.

Et on peut aussi citer les équipements dangereux dans notre site qui peuvent entraîner les effets dominos:

- 1- Les bacs de stockage de condensats
- 2- Les ballons épurateur d'aspiration et ballons accumulateur de **GPL**
- 3- Le compresseur 50 K001A/B 60K001A/B/C
- 4- Les sphères de stockage **GPL(50/60)**

¹La sphère est supposée en phase d'attente entre l'alimentation et l'expédition. Ainsi, la sphère est considérée pleine et l'alimentation coupée.

Mais d'abord, il faut calculer les cercles de criticité de chaque type d'effet (surpression et thermique) engendrés par ce scénario du BLEVE de sphère.

Alors, nous avons suivi la logiciel ALOHA pour tracé les zones d'effet.

I-Trace des cercles de criticité:

I.1- Calcul d'effets thermique :

I.1.1- Effets thermiques sur l'homme:

Nous utiliserons les seuils thermiques suivants pour quantifier et mesurer les effets d'un accident majeur sur l'homme et on note que sont les seuils utilisé au niveau de SONATRACH HRM:

Tableau. II.3. Les distances et justifications des effets thermiques sur l'homme par ALOHA

Niveau de radiation	Distances d'effet (m)	Justifications
2,5 kW/m ²	3750	L'accident peut affecter des personnes sensibles ou non averties
6,4 kW/m ²	2380	Conséquences graves, directes ou indirectes, immédiate ou à long terme
10 kW/m ²	1900	1% de fatalité après 20s pour des personnes non protégées

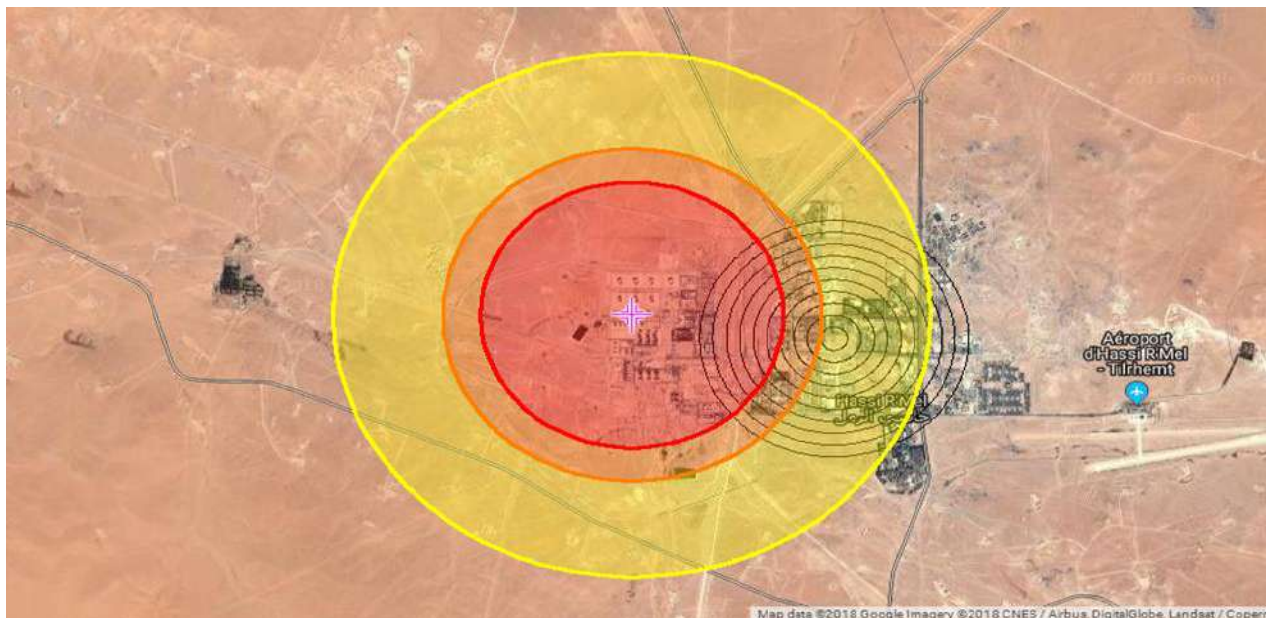


Figure II.4 : les zones des effets thermiques sur l'homme par ALOHA

Commentaire:

- Le diamètre de la zone de $2,5 \text{ kW/m}^2$ est presque 04 km (la zone d'effet atteint presque la totalité de la ville de HRM)
- Le diamètre de la zone de $6,4 \text{ kW/m}^2$ est de 2.38 km (la zone d'effet atteint toutes les unités avoisinantes du secteur Industriel centre, voir même les bases de vie)
- Le diamètre de la zone de 10 kW/m^2 est de 02 km (la zone d'effet atteint toutes les unités industrielles du secteur centre SH/DP/HRM et plusieurs établissements industriels avoisinants SONALGAZ, ENGTP).

I.12- Les effets thermiques sur les structures:

Pour les effets thermiques sur la structure on garde les mêmes distances d'effet utilisé au niveau de SONATRACH HRM et l'utilisation du logiciel ALOHA nous a données les résultats de tableau suivant :

Tableau. II.4: les distances et justifications des effets thermiques sur les structures par ALOHA.

Niveau de radiation	Distances d'effet (m)	Justifications
8 kW/m ²	2120	Dégâts aux installations non protégées
32 kW/m ²	1010	Dégâts aux installations protégées

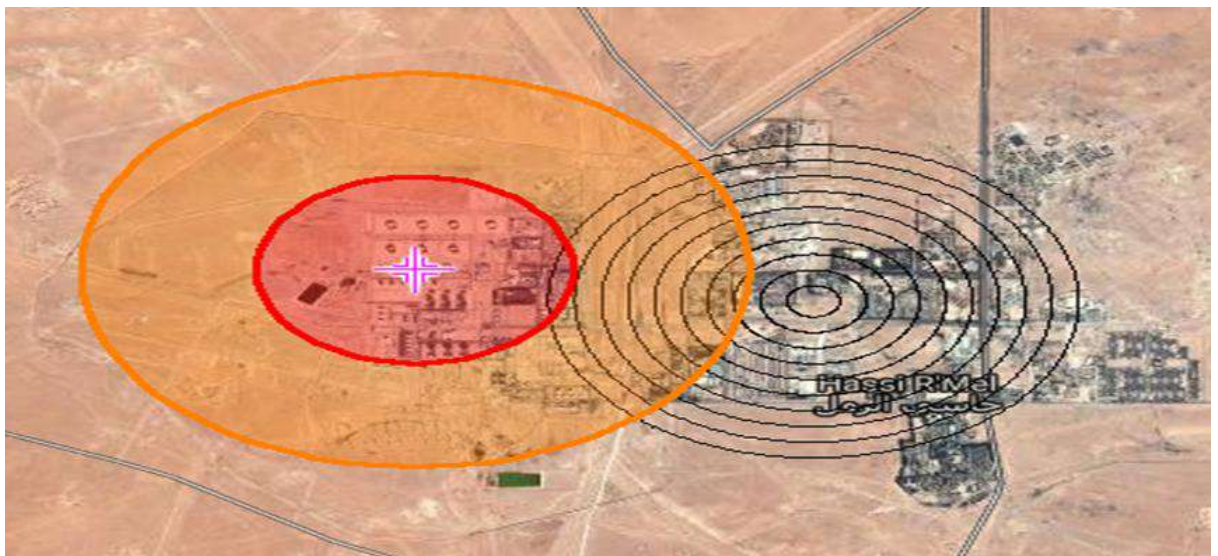


Figure. II.5 : les zones des effets thermiques sur les structures par ALOHA.

Commentaires:

- Le diamètre de la zone de 8 kW/m² est plus de 02 km (la zone d'effet atteint les usines avoisinantes)
- Le diamètre de la zone de 32 kW/m² est plus de 01 km (la zone d'effet atteint toutes les unités secteur centre de SH/DP/HRM)

I.1.3- Caractéristique de la boule de feu.

Lors de déclenchement d'un BLEVE, on peut avoir une boule de feu (Fire Ball) et ses caractéristiques développées ci-après:

$$\mathbf{RBF = 3.24 * M^{0.325}}$$

Avec: RBF: Rayon de la boule de feu en (m). M: masse de liquide en (kg).

$$\mathbf{TBF = 0,852 * M^{0.26}}$$

Avec: TBF: temps de la boule de feu en (s), M: la masse de produits en (kg).

$$\mathbf{h = 0,5 * D}$$

Avec :H : hauteur max du bas de la boule de feu en (m). D: diamètre de la boule de feu en (m)

$$\mathbf{D=RBF*2}$$

Sachant que : M = 3843120 kg, alors :

- Rayon (m) = 447.27
- Durée (s) = 43,90
- Hauteur max (m) = 447.27

I.1- Calcul d'effets de surpression :

Les effets de surpressions dans notre étude sont calculés par le logiciel *BLEVEsoft*

Tableau. II.5 : Calcul d'effet de surpression par logiciel *BLEVEsoft*

Niveau de surpression (mb)	Distances d'effet en mètre	Justification
170	307	seuil de létalité
50	666	seuil des effets significatifs 2

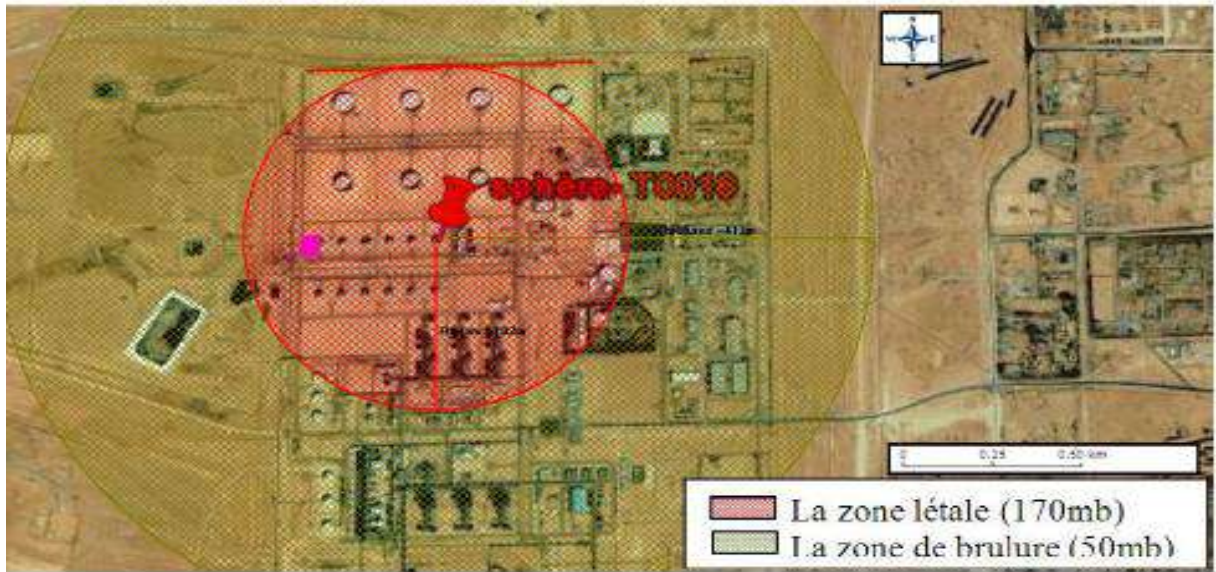


Figure. II.6: les zones des effets de surpression BLEVEsoft

Concluons, Dans le cas de survenance d'un accident de type BLEVE sur le centre de stockage CSTF de Haasi R'Mel, les zones d'effets des flux thermiques dépasse le périmètre de l'entreprise, voir même atteindre la majorité de la zone d'habitation de la commune de Hassi R'Mel, et pour bien favoriser cette étude on a abordé en quatrième étapes, l'étude des effets domino de cette scénario.

Etape n° 4: Traitement des effets dominos

I- Les distances entre la sphère étudiée et certaines unités de CSTF:

	la distance entre sphère 50-T004 et les autres équipements de CSTF en (m)
Le compresseur K101	174.6
Le bac (S101A)	198.81
Le bac (S101B)	164.7
Le bac (S101C)	277.05
Le BAC (T006)	420
Le BAC (T007)	404
Le BAC (T008)	466
Le BAC (T009)	618
La sphère (50-T001)	120
La sphère (50-T002)	80

La sphère (50-T003)	40
La sphère (50-T005)	40
La sphère (50-T016)	80
La sphère (60-T001)	232.77
La sphère (60-T002)	184
La sphère (60-T003)	149
La sphère (60-T004)	139
La sphère (60-T005)	150
La sphère (60-T006)	187
SALLE DE CONTROLE	310.6
LES UTILITES	324.5
Ballon (D003)	165
Ballon (D004)	162

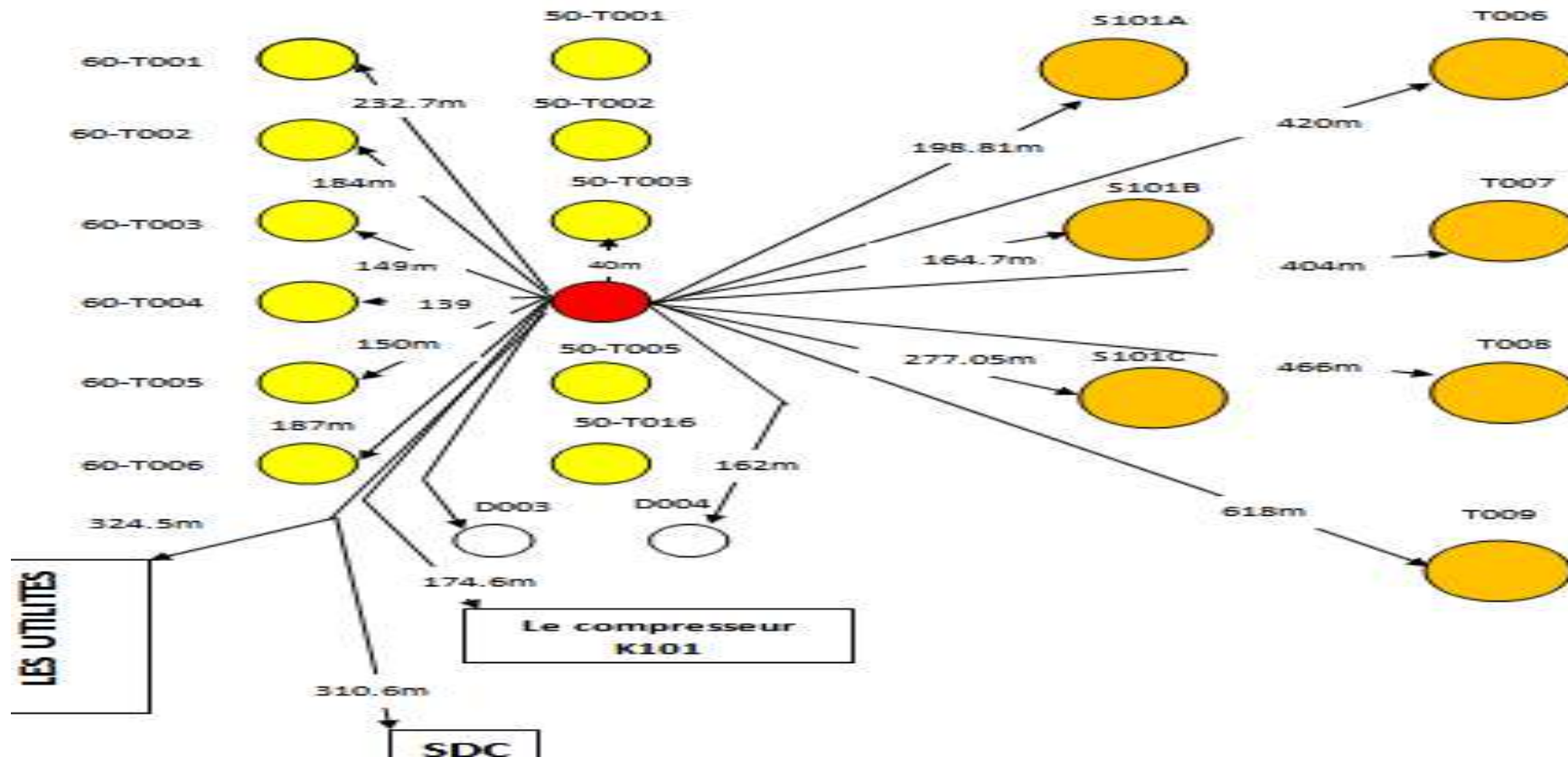


Figure. II.7 :les distances entre la sphère de stockage GPL (50-T004) et les autres équipements de CSTF.

Alors, les équipements dangereux suivants sont concernés aux calculs de PED:

- 1-Les bacs de stockage de condensats
- 2-ballons accumulateur de **GPL**
- 3-Le compresseur 50 K001A/B 60K001A/B/C

II- calcul de PED (Propension d'effets domino):

On d'abord selon la loi suivante: $PED(1 - 2) = 1 - \frac{D_{1-2}}{D_{seuil\ d'\ effet}}$

Et comme des données de départ que:

- **Equipement agresseurs** : La sphère de stockage GPL (50-T004) ;
- **Equipement cibles** : les bacs de stockage de condensats, ballons accumulateur de **GPL**.

Notons que, nous avons choisi seulement ces équipements pour la raison de dangerosité dans le cas d'effets dominos et qu'un accident au moins au niveau un équipement parmi ces derniers implique l'arrêt total du module.

Tableau :

	PED de l'effet de surpression	PED de l'effet thermique
Les bacs de stockage de condensats S101B	0.4635	0.8376
ballons accumulateur de GPL/D004	0.4724	0.8396

III. Commentaire & Interprétation:

1) PED (50-T004 et S101B):

On a: - PED (50-T004 et S101B) de l'effet de surpression = 0.4635.

- PED (50-T004 et S101B) de l'effet thermique = 0.8376

C'est-à-dire que ces PED sont compris entre 0 et 1.

Et on peut dire dans ce cas-là; que le bac de stockage de condensats (S101B) sera gravement touché par les effets de surpression et les effets thermiques du BLEVE de la sphère de stockage de GPL (50-T004) et très probablement le (S101B) être le siège d'un nouvel accident, et qui donne la naissance de l'effet domino.

2) PED (50-T004 et GPL/D003/4):

On a: - PED (50-T004 et GPL/D003/4) de l'effet de surpression = 0.4724.

- PED (50-T004 et GPL/D003/4) de l'effet thermique = 0.8396.

Alors que ces PED sont compris aussi entre 0 et 1; donc, le ballons accumulateur de GPL/D003/4 sera gravement touché par les effets de surpression et les effets thermiques du BLEVE de la sphère de stockage de GPL (50-T004) et très probablement le (GPL/D003/4) être le siège d'un nouvel accident, et qui donne la naissance de l'effet domino.

IV. la construction des matrices d'effets dominos:

Pour la réalisation de cette étape, L'accent doit être porté sur la détermination des cases orange et rouges correspondant à la notion de « *sur-accident* », c'est-à-dire une synergie d'accident pour laquelle les conséquences d'un accident sont accrues par l'enchaînement d'accidents susceptibles de survenir consécutivement. Nous choisissons de parler de sur-accident lorsque :

- Les effets d'un accident initiateur se conjuguent avec les effets d'un accident secondaire survenu à la suite. Les deux accidents considérés ont donc des cinétiques comparables. C'est notamment le cas de la propagation d'un incendie depuis une cuve aux cuves voisines,
- Le déroulement d'un scénario d'accident est significativement modifié et aggravé du fait d'un accident initiateur survenant à proximité. Dans ce cas, le nouveau scénario en résultant n'a pas été obligatoirement considéré dans l'analyse des risques. C'est par exemple le cas de la ruine totale d'un réservoir atmosphérique suite à des effets de pression importants.
- La possibilité d'un nouveau scénario d'accident est directement liée à l'occurrence d'un premier scénario d'accident. L'effet domino joue ainsi sur la possibilité d'un scénario qui n'aurait pas été considéré en regard des causes d'origine interne ou externe identifié par ailleurs,
- Les effets d'un premier accident entraînent la ruine d'équipements sensibles, indispensables pour la mise en sécurité du site. Le cas échéant, la maîtrise de nouveaux accidents ne pourrait alors plus être assurée.

Nous allons faire l'organigramme décisionnel pour la construction des matrices d'effets dominos :

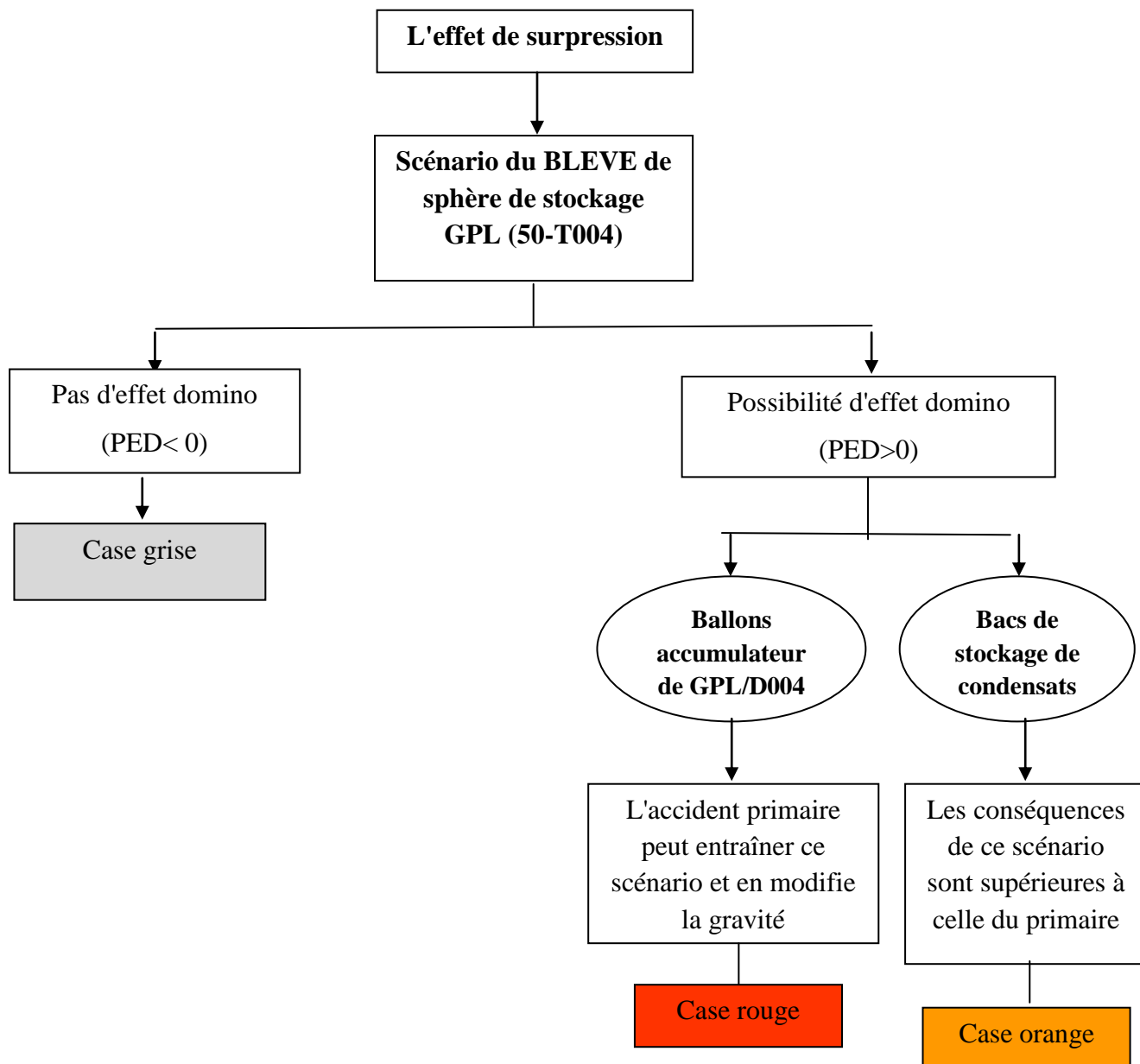


Figure II.8: représentation pour construire la matrice des effets domino : effet de surpression.

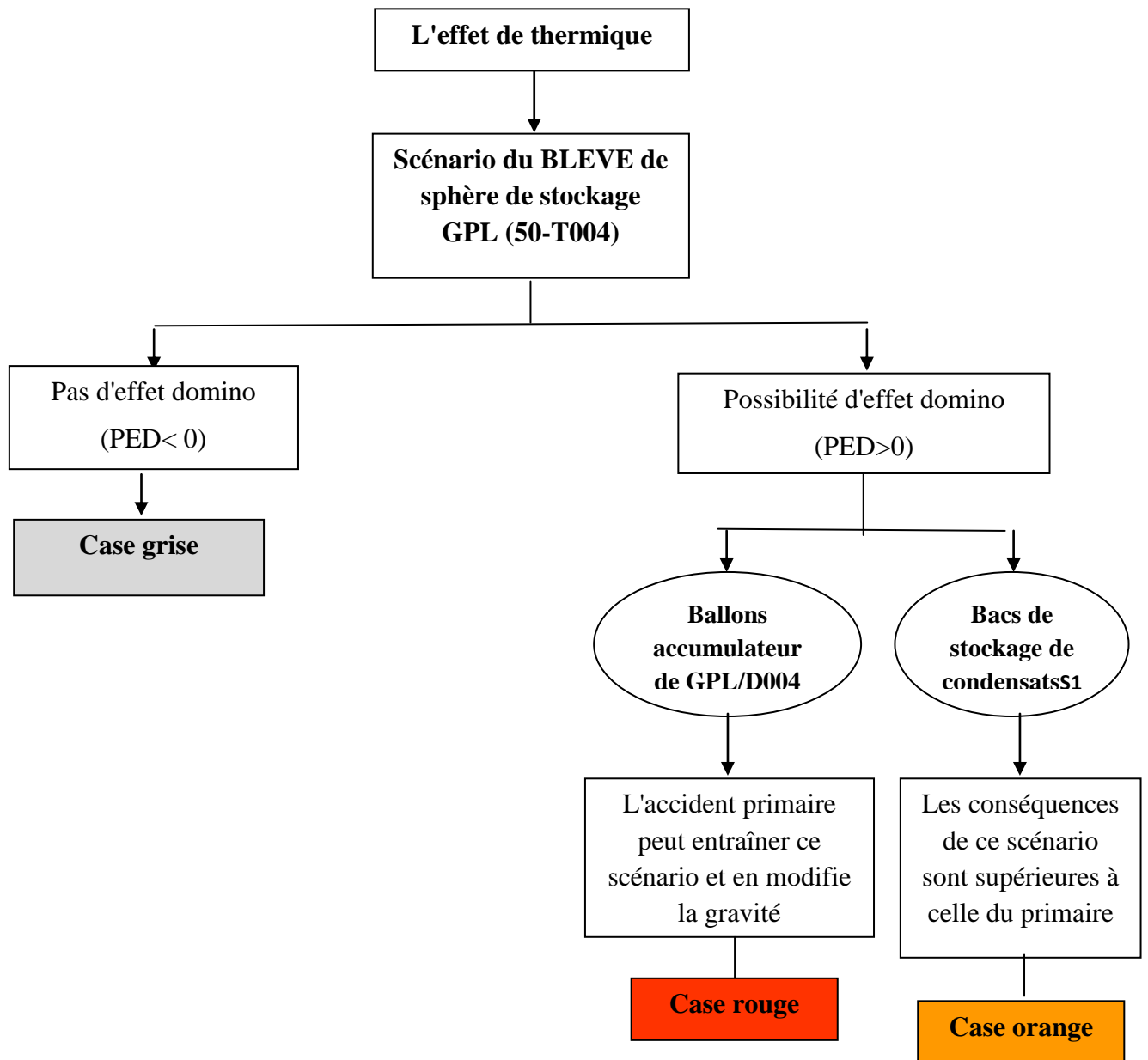


Figure II.9: représentation pour construire la matrice des effets domino : effet thermique.

Maintenant, nous pouvons construire les matrices d'effet domino qui sont donnés ci-dessous:

Les bacs de stockage de condensats S101B et le ballons accumulateur de GPL/D004.

❖ Matrice des effets surpression

		AGRESSEUR
		Scénario du BLEVE de 50-T004
Cibles	Ballons accumulateur de GPL/D004	
	BLEVE de ballons accumulateur de GPL/D004	
	VCE de ballons accumulateur de GPL/D004	
	Boule de feu de ballons accumulateur GPL/D004	
	Feu de chalumeau de ballons accumulateur GPL/D004	
	Feu de flash de ballons accumulateur GPL/D004	
	Feu de flaque de ballons accumulateur GPL/D004	
	Bac de stockage de condensât	
	Feu de flaque de bac de stockage de condensât	
	VCE de bac de stockage de condensât	
	Feu flash de bac de stockage de condensât	
		Boil over de stockage de condensât

❖ Matrice des effets thermiques

		AGRESSEUR
		Scénario du BLEVE de 50-T004
Cibles	Ballons accumulateur de GPL/D004	
	BLEVE de ballons accumulateur de GPL/D004	
	VCE de ballons accumulateur de GPL/D004	
	Boule de feu de ballons accumulateur GPL/D004	
	Feu de chalumeau de ballons accumulateur GPL/D004	
	Feu de flash de ballons accumulateur GPL/D004	
	Feu de flaque de ballons accumulateur GPL/D004	
	Bac de stockage de condensât	
	Feu de flaque de bac de stockage de condensât	
	VCE de bac de stockage de condensât	

	Feu flash de bac de stockage de condensât	
	Boilover de stockage de condensât	

COMMENTAIRES SUR CES MATRICES D'EFFETS DOMINOS:

- **Ballons accumulateur de GPL/D004 :**

Les phénomènes dangereux redoutés sont un jet enflammé, le BLEVE (surpression) du réservoir, une boule de feu et feu de flaque en cas d'ignition à la source. En cas de dispersion, il y aura formation d'un nuage inflammable qui engendrera une explosion (VCE) ou un feu flash en cas d'ignition retardée.

Et nous avons donné à chaque phénomène une couleur selon leur criticité en basant sur l'étude de danger qui a été réalisée par SONATRACH et selon les indications des couleur mentionner dans la partie des construction de la matrice des effets domino proposé par la méthode MICADO. Le phénomène le plus critique c'est le feu de chalumeau avec une gravité de quatrième classe et de probabilité de deuxième classe, ce phénomène classé dans la zone des risques inacceptable dans l'étude de danger SONATRACH. Ainsi que les phénomènes ; feu de flaque, VCE se sont des phénomènes de gravité élevé de quatrième catégorie et de probabilité de premier catégorie, En deuxième position c'est feu de flash et la boule de feu qui sont des phénomènes classé dans la zone de risque tolérable, et enfin le phénomène BLEVE jugé acceptable.

- **Bac de stockage de condensât**

Nous avons le phénomène VCE du bac de stockage de condensât en premier position comme le risque le plus élevé dans ce cas-là; et en deuxième catégorie de gravité avec le couleur orange, les phénomènes feu de flaque, feu de flash et boil over.

II.2.3-Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons appliqué la méthode MICADO pour sélectionner les équipements qui peut être le siège d'un nouvelle accident suite aux effets domino d'un accident initiateur au niveau de centre de stockage CSTF de Hassi R'mel, dans cette étude, nous avons réalisé une étude moyennent la méthode APR sur le centre CSTF, puis une application de la méthode et HAZOP sur la sphère de stockage GPL, et nous avons choisis le

phénomène BLEVE pour le calcul les effets thermique et de surpression, en fin, nous avons étudiants les effets domino qui peut engendrer par cette phénomène,

Les résultats obtenus sont récapitulés ci-après:

- Ballons accumulateur de GPL/D004 sera gravement touché par les effets de surpression et les effets thermiques du BLEVE de la sphère 50-T004.
- Le bac de stockage de condensât sera troublée par les conséquences du BLEVE de la sphère 50-T004. C'est-à-dire par les deux types d'effet (surpression et thermique).

En effet le CSTF c'est parmi les unités de production le plus critique au niveau de la division HRM, ils ont installé plusieurs mesures de sécurité afin de faire face à ce type des phénomènes.

Le cas le plus probable de BLEVE sans boule de feu est une agression externe, le site de Hassi R'Mel Centre a mis en place les moyens nécessaires afin de limiter la circulation dans la zone de stockage et pour protéger les sphères contre des impacts externes.

Le cas le plus réaliste de BLEVE avec boule de feu est celui d'un incendie sous la sphère. Le site Hassi R'Mel centre dispose des moyens de préventions adéquats pour protéger les sphères (circuit de refroidissement, moyens importants de lutte contre l'incendie, ...), de plus la rétention en pente permet d'éloigner un éventuel incendie des sphères, limitant le phénomène de BLEVE. Le risque de BLEVE avec ou sans boule de feu est donc limité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ACHOURI Nouhed, 2009, Apport de la logique floue à l'analyse de criticité des risques industriels, thèse de magistère en hygiène et sécurité industrielle, Université de Batna.
- BELABES Z, BEATALAH A, 2017, « *modélisation des effets thermique et de surpression d'un phénomène dangereuse BLEVE, cas de sphère au niveau de HRM* », thèse de licence professionnelle soutenue à l'université de Kasdi Merbah Ouargla.
- BELMAZOUZI Yacine, BOUANOUA Aboubaker, 2011, *adaptation de la méthode ARAMIS pour intégrer la sécurité des installations dangereuses et des infrastructures critiques : cas du ballon de GPL d005 de la SH/DP/HRM/MPP3*, mémoire d'ingénieur en hygiène et sécurité industrielle, université de Batna.
- BSI OHSAS 18001. (2005). *Occupational Health and Safety Management Systems – Specification*. England: BSI.
- GT Méthodologie. 2003, *Principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études de dangers*. INERIS.
- HADEF H, HASSANI M, 2011, « *gestion des risque majeurs en Algérie au sens de la loi 04/20* », thèse d'ingénieur, Université de Batna 2.
- INERIS Ω-9, 2015, *Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) Étude de dangers d'une installation classée Ω-9*, rapport d'étude N° DRA-15-148940-03446A.
- INERIS-DRA-25472, 2002; *Méthode pour l'identification et la Caractérisation des effets Dominos(MICADO)*, Direction des Risques Accidentels ; Décembre 2002.
- ISO, 1999, « *Aspects liés à la sécurité : Principes directeurs pour les inclure dans les normes* », Organisation internationale de normalisation, 1999.
- LEBRATY, J. 2013, *Si et situations extrêmes*. Systèmes d'information & management, vol 18, pp3-10.
- OHSAS 18001, 1999, *Système de management de la santé et de la sécurité au travail- Spécification* -BSI, AFNOR, 1999.
- P. Lamy, E. Levrat, and J-J.Pâques, 2006, « *Méthodes d'estimation des risques machines : analyse bibliographique* », In Lambda Mu, Lille, France, 2006.
- Rapport d'Etude de Dangers Unité CSTF, SONATRACH-DNV, Décembre 2010.

- THERRIEN, M.-C. 2003, « *The Canada-U.S. Border: Achieving an Efficient Inter-organizational Policy Coordination* », Canadian-American Public Policy, vol. 54, pp59-70.

Annexe A :

Description présentation du logiciel De simulation ALOHA

1- Présentation du logiciel de simulation ALOHA :

ALOHA est un logiciel utilisable pour des situations d'urgence. Il a été développé conjointement par les 2 entités américaines suivantes : " Environmental Protection Agency's Office of Emergency Prevention, Preparedness and Response" (EPA) et le "National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration" (NOAA).

Le logiciel se compose :

- ✓ du module ALOHA ("Areal Locations of Hazardous Atmospheres") qui est un programme informatique permettant d'évaluer, dans des situations d'urgence, la dispersion atmosphérique, de composés rejetés dans des conditions accidentelles. Il prend en compte les propriétés toxicologiques et physiques des polluants, et les caractéristiques du site telles que les conditions atmosphériques et les conditions de rejets. Ce module comprend une bibliothèque de 700 substances chimiques¹ et permet un affichage graphique des résultats.
- ✓ et un programme de cartographie électronique appelé MARPLOT.

ALOHA permet la modélisation d'émissions à partir :

- ✓ de flaques en ébullition ou non,
- ✓ de réservoirs sous pression de gaz ou de liquide, de réservoirs liquides non pressurisés, de réservoirs contenant des gaz liquéfiés, de conduite de gaz sous pression.

ALOHA modélise la dispersion atmosphérique de gaz neutre, par un module basé sur l'approche gaussienne, et de gaz plus lourd que l'air au moyen d'un module de gaz dense. Il propose à l'utilisateur le choix entre les deux modules, et de définir lui-même le module. Plus précisément les critères du logiciel sont la masse molaire du produit, la taille du rejet et la température du nuage.

2-Les entrées et les sorties :

Les paramètres d'entrée renseignent la localisation de l'accident, la substance chimique mise en cause, les conditions atmosphériques, les caractéristiques du site et du gazoduc ainsi que les conditions de rejet.

2.1-Entrées :

- ✓ localisation du site : coordonnées GPS (longitude, latitude, altitude)
- ✓ date et heure de l'accident
- ✓ produit chimique étudié (base de données)
- ✓ conditions atmosphériques : vitesse, direction du vent et hauteur à laquelle est faite la mesure, température de l'air, humidité relative de l'air, classe de stabilité, inversion de température, couverture nuageuse
- ✓ caractéristiques du rejet : rugosité du sol, état du rejet (produit enflammé ou non), pression et température en entrée de la canalisation
- ✓ caractéristiques du gazoduc : diamètre intérieur, longueur, type de surface intérieure de la canalisation

2.2-Les sorties :

Les sorties graphiques du logiciel sont constituées par :

- ✓ les évolutions temporelles de la valeur du débit (graphes 1D)
- ✓ les évolutions temporelles de la concentration et de la dose à un point donné (graphe 2D)
- ✓ la trace au sol de la concentration (graphe 2D)

Annexe B :

Le BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)

1-Definition de BLEVE :

Le BLEVE (acronyme de l'anglais: boiling liquid expanding Vapor explosion) peut être défini comme une vaporisation violente à caractère explosif consécutif à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température d'ébullition à la pression atmosphérique. Le BLEVE peut survenir avec tout liquide, inflammable ou non, lorsqu'il est chauffé et contraint dans une enceinte fermée.

2-Les types de BLEVE :

Il peut être distingué deux types de BLEVE :

- ✓ **BLEVE froid** : lorsque le phénomène se produit à une température inférieure à la température limite de surchauffe du liquide.
- ✓ **BLEVE chaud** : lorsque le phénomène se produit à une température supérieure à la température limite de surchauffe du liquide.

3-Effets d'un BLEVE:

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

- ✓ **Effet de pression** : propagation d'une onde de surpression
- ✓ **Effets missiles** : projection de fragments à des distances parfois importantes
- ✓ **Effets thermiques** : dans le cas d'un BLEVE de gaz liquéfié inflammable, rayonnement de la boule de feu

4-Les causes d'un BLEVE :

Les principales causes d'un BLEVE ont été identifiées, dont deux sont liées à des Agressions externes :

- ✓ **Agression mécanique** : Un réservoir ayant subi une corrosion est plus faible qu'un Réservoir neuf, il suffit que la température excède les 35°C pour qu'elle survienne
- ✓ **Agression thermique** : le feu de torche, feu de nappe ou hausse de la température
Durant l'été peut causer un "BLEVE" si votre réservoir de GPL est mal entretenu
- ✓ **Sur-remplissage du réservoir**

Annexe C :

Cartographie du risque CSTF : Synthèse.

Tableau C.1 : cartographie du risque CSTF

N° du Scénario	Site	Description	Type d'effet	Probabilité	Gravité	Criticité
1.1	CSTF	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	VCE	P1	G4	ALARP
1.2	CSTF	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	BLEVE	P1	G4	ALARP
1.3	CSTF	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	Boule de feu	P1	G4	ALARP
1.4	CSTF	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	Feu de flaque	P2	G4	Inacceptable
1.5	CSTF	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	Feu de Chalumeau	P2	G4	Inacceptable
1.6	CSTF	Défaillance d'une sphère de stockage de GPL	Feu flash	P1	G4	ALARP
2.1	CSTF	Défaillance d'un ballon de GPL	Feu de flaque	P1	G4	ALARP
2.2	CSTF	Défaillance d'un ballon de GPL	Boule de feu	P1	G3	ALARP
2.3	CSTF	Défaillance d'un ballon de GPL	VCE	P1	G4	ALARP
2.4	CSTF	Défaillance d'un ballon de GPL	Feu flash	P2	G3	ALARP
2.5	CSTF	Défaillance d'un ballon de GPL	Feu de Chalumeau	P2	G4	Inacceptable
2.6	CSTF	Défaillance d'un ballon de GPL	BLEVE	P1	G2	Acceptable
3.1	CSTF	Défaillance d'une ligne de GPL	VCE	P2	G4	Inacceptable
3.2	CSTF	Défaillance d'une ligne de GPL	Feu de flaque	P3	G2	ALARP
3.3	CSTF	Défaillance d'une ligne de GPL	Feu de Chalumeau	P3	G2	ALARP
3.4	CSTF	Défaillance d'une ligne de GPL	Feu flash	P2	G2	ALARP
4.1	CSTF	Défaillance d'un bac de stockage de condensat	Feu de flaque	P2	G2	ALARP
4.2	CSTF	Défaillance d'un bac de stockage de condensat	VCE	P2	G3	ALARP
4.3	CSTF	Défaillance d'un bac de stockage de condensat	Feu flash	P2	G2	ALARP
4.4	CSTF	Défaillance d'un bac de stockage de condensat	Boil over	P2	G2	ALARP
5.1	CSTF	Défaillance d'une ligne de condensat	Feu de flaque	P1	G3	ALARP
5.2	CSTF	Défaillance d'une ligne de condensat	VCE	P2	G3	ALARP
5.3	CSTF	Défaillance d'une ligne de condensat	Feu flash	P1	G2	Acceptable
6	CSTF	Danger pour l'environnement	Pollution environnementale	-	-	Acceptable

Gravité	1				
	2	2.6 5.3	3.4 4.1 4.3 4.4	3.2 3.3	
	3	2.2 5.1	2.4 4.2 5.2		
	4	1.1 1.2 1.3 1.6 2.1 2.3	1.4 1.5 2.5 3.1		
		1	2	3	4
Probabilité					

Figure C.1 : cartographie du risque – Matrice

Annexe D :

Identification des dangers (par méthode HAZOP) :

La méthode HAZOP est considérée parmi les meilleures méthodes d'analyse des risques. Cette méthode est particulièrement utile pour l'examen d'un système thermo-hydraulique.

Les objectifs d'application de la méthode HAZOP :

- ✓ Recherche systématiquement des causes possibles de dérive de tous les paramètres de fonctionnement d'une installation.
- ✓ Mise en évidence des principaux problèmes de stockage et d'entretien.
- ✓ Etude des conséquences et risques éventuels liés à ces dérives propositions des mesures correctives appropriées.

Donc l'objectif principal de l'application de cette méthode, est la détermination des différentes déviations liée au fonctionnement d'un équipement principal dans le système de stockage du GPL

1-Localisation de scénario à étudier:

La figure ci -dessous reprend la localisation de scénario 01 (défaillance de la sphère 50-T004) sur la section de stockage de GPL à CSTF



Figure D.1 :Localisation de scénario 01 (défaillance de la sphère T004).

2- Caractéristiques de sphère 50-T004 :

Les caractéristiques de sphère sont reprises dans le tableau suivant

Tableau D.1: Caractéristiques de fonctionnement de la sphère T004.

Caractéristiques	Valeurs
Type d'installation	Sphère de stockage
Substance	GPL
T service (°C)	20
T calcul (°C)	De -17 à 93.3
P service (bar)	5.34
P épreuve (bar)	9.6
Volume (m ³)	7170
Densité (kg/m ³)	536
Diamètre de la plus grande connexion (pouces)	14
Volume de la cuvette de rétention individuelle (m ³)	2958
Surface de la cuvette de rétention (m ²)	4225

3- Les Caractéristiques physiques et chimiques du produit utilisé

Tableau D.2: Les Caractéristiques physiques et chimiques du produit utilisé (GPL).

Caractéristiques	Propane	Butane
Formule chimique	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Masse volumique de liquide	510 kg/m ³	583 kg/m ³
Masse volumique de gaz	1,87 kg/m ³	2,44 kg/m ³
Densité par rapport à l'air	1,56	2,07
Pression de vapeur relative à 15c°	7.5bars	1,7 bar
Limite d'inflammabilité dans l'air :		
✓ inférieure	2,3%	1,8 %
✓ supérieure	9,5%	8,4 %
Température d'auto inflammation	450 °C	405 °C

4- Equipements de contrôles, régulation et sécurité en place :

La sphère de stockage de GPL 50-T004 est munie des moyens de prévention et protection principaux suivants :

- ✓ Alarme de haut niveau LIAH012 reportée en salle de contrôle
- ✓ Alarme de très haut niveau LZH011A/B avec interlock de fermeture de la vanne de sécurité de remplissage (UZ013).
- ✓ Alarme de bas niveau LIAL012 (pour T001) reportée en salle de contrôle

- ✓ Alarme de très bas niveau LZL011 (pour T001) avec interlock d'arrêt de la pompebooster et fermeture de la vanne de sécurité de vidange (FC011)
- ✓ Vanne régulatrice de pression vers torche PIC019
- ✓ PAH014 sur sphère avec alarme reportée en salle de contrôle
- ✓ Vanne HXCV 014 vers torche commandable à distance
- ✓ 2 Soupapes PSV013A/B vers torche
- ✓ 2 Soupapes PSV024A/B vers atmosphère
- ✓ FZL004 qui déclenche les P002

D'autres mesures de prévention/protection sont présentes dans la zone de l'équipement

- ✓ Réseau d'eau anti-incendie
- ✓ Dévidoirs tournants
- ✓ Extincteurs CO2
- ✓ Extincteurs à poudres
- ✓ Réserve émulseur
- ✓ Détecteurs de gaz.
- ✓ Détection de flamme sur la pomperie à proximité des pompes qui déclenche le déluge

Eau

- ✓ Zones ATEX
- ✓ Mise à la terre

Tableau D.4 : Application de la méthode HAZOP (Sphère 50-T004)

- **Paramètre 01 : pression**
- **Déviaton 01 : Haute pression**

Causes	Conséquences	G	P	C R	Préventions	G	P	CR	Protection	G	P	C R	Recommandation	G	P	C R
- Feu dans la zone de la sphère	-Risque de BLEVE de la sphère avec nombreuses fatalités	G 4	P 1	C R	- Conduite de 2" vers vide vite pour vider la sphère				-moyen de lutte incendie				-Voir la possibilité d'installer un point bas vers une fosse déportée au niveau de la zone de rétention de la sphère de GPL pour éviter le feu sous la sphère et le BLEVE	G 1	P 2	C R
					-décompression de la sphère vers torche via la PIC019 et HXCV014							-Former les agents d'intervention sur le phénomène de BLEVE				
					- PSV013 A et B vers torche qui protège les sphères tarées à 5.98 bar	G 4	P 2	C R	-POI	G 3	P 2	C R	-Voir la pertinence de renforcer l'ignifugeage des supports de lignes dans la zone de rétention des sphères par une peinture retardatrice.			

Causes	Conséquences	G	P	C R	Préventions			CR	Protection			Recommandations	G	P	C R	
					G	P			G	P						
					-Equipe d'intervention sur site											
					-Détection de gaz dans la zone de la sphère											
					-Couronne de refroidissement sur la sphère											