

Remerciements

Remerciements de Ikram

Je remercie avant tout, Dieu le tout Puissant de nous avoir donné tous les moyens et nous a guider vers ce qui est le meilleur pour nous tous ici-bas.

Je voudrais ensuite adresser toutes ma gratitude à l'encadreur de ce mémoire, Mr Benatia Noureddine , enseignant à l'institut de maintenance et de sécurité industrielle, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Je remercie également tous les enseignants de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle, sans oublier l'aide précieuse de monsieur Guetarni Islam Hadj Mohamed, et sa grande disponibilité pour nous appliquer à utiliser le logiciel PHAST

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui vont nous faire l'honneur de juger de notre travail . Je ne peux oublier de remercier tous les membres de ma famille pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Remerciements de Oussama :

Tout d'abord nous remercions Dieu pour tout ce qu'il nous a procuré dans tout ce qu'on a entrepris dans notre vie tant de courage et de patience.

Tout d'abord, mes sincères remerciements vont à Mr Benatia Noureddine pour son encadrement, son orientation, ses conseils et la disponibilité qu'il nous a témoignée pour nous permettre de mener à bien ce travail.

Je remercie ensuite Monsieur Guetarni Islam Hadj Mohamed qui nous a aidé à faire la simulation par logiciel PHAST et l'ensemble des membres du jury, qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir étudier avec attention notre travail.

Mes remerciements s'orientent à ma famille pour leur soutien sans faille et qui m'ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Dédicaces de Ikram

Je dédie ce modeste de travail à mes chers parents qui sont la source de ma réussite ainsi qu'à tout être cher dont son soutien m'a été bénéfique, en espérant être à la hauteur de leurs attentes.

Dédicaces de Oussama

A mes chers parents pour tous les sacrifices consentis, pour leurs soutiens durant toutes mes années d'études, à la prunelle de mes yeux ma mère qui m'a toujours soutenu et encouragé. En général à toute la famille et à tous mes amis et les enseignants que j'ai rencontrés au cours de mon parcours d'étude.

Résumé

Résumer

Ce mémoire s'intéresse aux risques d'incendie dans les milieux professionnels, quel que soit leurs fonctions ou la nature de leurs usages. Dans l'optique de créer un travail exhaustif relatif à la sécurité incendie dans les édifices et de mettre à la disposition des professionnels de la sécurité incendie.

A ce titre, dans ce mémoire nous avons en premier décrit les installations du complexe GL2Z en se basant aussi sur la situation géographique et climatique de l'entreprise, leur capacité de production et leur organisation générale pour l'activité. Ensuite nous avons traité des généralités ainsi que l'aspect statistique de l'évolution des incendies, puis identifié de tous les moyens de lutte contre l'incendie dans le but d'éviter ou de minimiser ses conséquences. Ainsi que la mise en place de trois scénarios des fuites de gaz au niveau de la ligne de sortie du bac de stockage.

Abstract

This thesis focuses on the risk of fire in professional environments, whatever their functions or the nature of their uses. With a view to creating an exhaustive work on fire safety in buildings and making fire safety professionals available.

As such, in this brief we first described the facilities of the GL2 Z complex, also based on the company's QHSE department. Then we dealt with the generalities as well as the statistical aspect of the evolution of fires, then identified all the means of fighting against the fire in order to avoid or minimize its consequences, As well as the implementation of three scenarios of gauze leaks at the storage tank level

Table des matières

1.1	Historique du complexe GL2/Z :	2
1.2	Situation géographique du complexe [3]:	2
1.3	Situation climatique et météorologique de la région [3]:	3
1.3.1	Températures :	3
1.3.2	Précipitations :	4
1.3.3	Vents :	4
1.3.4	Humidité :	5
1.4	Voies de circulation intérieure [3]:	6
1.5	Capacité de production [3]:	6
1.5.1	Capacité contractuelle de production :	6
1.5.2	Capacité totale de stockage :	6
1.6	Description générale de l'activité [4]:	6
1.7	Organisation générale [3] : Le site peut être divisé en 4 grandes zones :	7
1.8	Unités de production [4] :	9
1.9	Utilités :	10
1.10	Stockage et chargement du GNL [4]:	10
1.11	Installations de contrôle et de sécurité [5]:	10
1.12	Organigramme du complexe GL2Z [5]:	11
1.13	Organigramme de département de sécurité [5] :	12
1.13.1	Service intervention :	12
1.13.2	Service prévention :	13
1.13.3	Service surveillance des installations :	15
Introduction		16
2.1	Etudes Statistiques :	16
2.2	Origine des incendies [7] :	16
2.3	Part de l'incendie dans les accidents industriels [8]:	18
2.4	Les causes de l'incendie [7]: multiples et souvent imprévisibles	18
2.4.1	Energétiques :	18
2.4.2	Humaines :	18
2.4.3	Naturelles :	18
2.5	Les victimes de l'incendie [9]:	19
2.6	Le phénomène d'incendie [10]:	19
2.6.1	Feu et combustion	19
2.6.2	Inflammation	21
2.6.2.1	Gaz	21
2.6.2.2	Liquides :	22
2.6.2.3	Solides	22
2.6.3	Paramètres de l'incendie	23
2.6.4	Les sources d'incendie :	24

Table des matières

2.6.5	Les Effets du feu	26
2.6.6	Modes de propagation	27
2.6.7	Les phases de l'incendie	28
❖	La courbe ISO :	29
2.6.8	Réaction au feu :	30
2.6.9	Résistance au feu :	31
3.1	Présentation du logiciel de simulation PHAST	33
3.1.1	Termes sources dans PHAST	33
3.1.2	Modélisation :	33
3.1.3	Résultats de modélisation par PHAST :	34
3.2	Simulation d'une fuite de méthane dans une ligne de sortie du bac de stockage au complexeGNL2 :	34
3.2.1	Analyse des conséquences :	34
3.2.1.1	Scénario N°1 :	34
3.2.1.2	Scénario N°2 :	37
3.2.1.3	Scénario N°3 :	40
3.3	Les barrières passives et actives mises en œuvre dans la prévention des incendies dans le complexe :	43
3.3.1	Les moyens utilisés de lutte contre les incendies au sein du complexe	43
3.3.1.1	Description du réseau eau anti-incendie à GL2/Z :	44
3.3.1.2	Fonctionnement du réseau anti-incendie :	44
3.3.1.3	Distribution de l'eau anti-incendie :	45
3.3.1.4	Les Systèmes à poudres :	47
3.3.1.5	Le système CO2 :	48
3.3.1.6	Les extincteurs :	49
3.3.1.7	Les systèmes mousses	50
3.3.1.8	Les engins d'intervention	50
3.3.1.9	Le système de détection et d'alarmes incendie :	51
3.4	Les missions et les prérogatives du personnel chargé de la sécurité ,notamment dans le cadre de la lutte contre de tels événements indésirables et redoutés :	52
3.4.1	Missions du service prevention	52
3.4.1.1	Section Contrôle :	52
3.4.1.2	Section Animation :	53
3.4.2	Missions du service intervention	53
3.4.2.1	Section Equipements :	53
3.4.2.2	Section Intervention :	53
3.4.3	Missions du service surveillance	53
	Conclusion générale	53
	Bibliographie	53
	Annexe	53

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: limites d'inflammabilité de quelques gaz courants</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 2: point déclaire de quelques liquides inflammables courants.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 3: temperatures d'inflammation de quelques solides courants</i>	<i>23</i>
<i>Tableau 4: Euro classes de réaction au feu</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 5: système déluge des bacs et bâtiments</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 6: emplacements de systeme poudre sur site.....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 7: emplacement de système CO₂ sur le site</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 8: emplacement de système mousse sur le site.....</i>	<i>50</i>
<i>Tableau 9: emplacement du système de détection et d'alarmes incendie.....</i>	<i>52</i>

Liste des figures

Figure 1: Localisation du complexe GL2Z	2
Figure 2: Variation interannuelle de températures sur Arzew	4
Figure 3: Rose des vents annuelle (Période 1985 – 2007)	5
Figure 4: Organigramme du complexe GL2Z	11
Figure 5: Organigramme de département de sécurité	12
Figure 6: Typologie des accidents industriels	18
Figure 7: Triangle du feu	20
Figure 8: Propagation du feu par rayonnement	27
Figure 9: Propagation du feu par conduction	27
Figure 10: Propagation du feu par la convection	28
Figure 11: Les cinq phases de l'incendie	29
Figure 12: La courbe ISO	29
Figure 13: Classement M de réaction au feu	30
Figure 14: Euro classes de réaction au feu	30
Figure 15: les zones touchées pas le nuage gazeux	35
Figure 16: radiation thermique engendré par jet fire	35
Figure 17: zone touchée par les radiations thermiques engendré par le feu torche	36
Figure 18: les zones touchées par les ondes de pression engendrées par l'explosion	36
Figure 19: la concentration du polluant en ppm par rapport au distance	37
Figure 20: la concentration du polluant en ppm en fonction de la distance	37
Figure 21: Maximum concentration du polluant en ppm en fonction de la distance	38
Figure 22: les zones touchées par la dispersion du nuage gazeux	38
Figure 23: Effets flash fire	38
Figure 24: zone touchée par les radiations thermiques engendré par le feu torche	39
Figure 25: les effets de l'explosion	40
Figure 26: la concentration du polluant en ppm en fonction de la distance	40
Figure 27: les zones touchées pas le nuage gazeux	41
Figure 28: Effets flash fire	41
Figure 29: zone touchée par les radiations thermiques engendré par le feu torche	42
Figure 30: les effets de l'explosion	42
Figure 31: les effets de l'explosion sous forme GIS (vent aller du nord au sud)	43
Figure 32: poteaux	45
Figure 33: LMBA	45
Figure 34: Bâtiment 2115K	46
Figure 35: Bâtiment 2117K	46
Figure 36: les différents types des extincteurs	49

Liste des abréviations

GN :Gaz naturel

GNL : Gaz naturel liquifié.

Sonatrach : Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures.

DCS : Distributed control system.

MEA :Monoéthanolamine.

MCR : Réfrigérant à Composants Multiples.

REX : retour d'expérience.

Hazop : Hazard and operability analysis.

HSE :Hygiene et sécurité et environnement

LIE : limite inferieure d'explosivité.

LSE : limite supérieure d'explosivité.

PHAST: Process Hazard Analysis Software Tools.

BLEVE: Boiling liquid expanding vapor explosion.

ISO : Organisation Internationale de normalisation.

BOG :Boil off gaz.

CO : Oxyde de carbone.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

HCl : Gaz chlorhydrique.

HCN : Gaz cyanhydrique.

NO: Monoxyde d'azote.

NO₂: Peroxide d'azote.

PII : Plan d'intervention interne.

LMBA : Lances monitors à balayage automatique.

GIS : en français SIG système d'information géographique.

Introduction

Problématique

Notre mémoire s'articule autour de la problématique des risques incendies d'où l'importance de la sécurité dans la préservation des vies humaine des travailleurs, la protection des équipements. Donc, la nécessité de maîtriser ces risques industriels et de contrôler l'urbanisation autour des installations à haut risque de manière à limiter les conséquences d'un éventuel accident industriel majeur est l'une des préoccupations majeures du pays [1].

Introduction générale

Les accidents industriels peuvent survenir et entraîner des conséquences graves pour le personnel, la population, les biens et l'environnement. Ils peuvent donc se transformer en véritables catastrophes, même si le progrès technologique dans tous les domaines permet, d'en atténuer les effets de ces accidents [1].

L'Algérie a connu ces dernières années une série d'événements douloureux qui ont révélé l'étendu de la problématique des risques liés au secteur des hydrocarbures, tels que : l'explosion du complexe pétrochimique de Skikda en Janvier 2004 qui a causé 23 décès ont et 74 blessés ; l'accident du puits Nezla en Septembre 2006 à la plateforme du forage à Gassi Touil (Hassi Messaoud) qui a causé 09 morts, 78 blessés et Perte de l'appareil de forage d'un coût de 4 millions de dollars ; deux éclatements suivis d'incendies sur le gazoduc à Relizane en Aout 2008 qui ont occasionné des blessures et des dommages matériels aux riveraines [1] .

La liquéfaction du gaz naturel reste toujours une source permanente du risque d'incendie et d'explosion. Ces accidents ont une cinétique rapide, c'est-à-dire. ils surviennent et se développent instantanément et ils peuvent par la suite provoquer des conséquences très graves [2].

Pour cette raison, nous avons choisi, d'étudier le risque d'incendie liée au gaz naturel (méthane), ainsi que la politique de sécurité incendie appliquée dans ce type d'activité industriel, par la mise en place des différents mécanismes du management des risques d'incendie que nous allons voir tous au long de ce mémoire.

A la lumière de ce qui a été dit, le présent travail s'articule autour de quatre chapitres :

Le premier est lui consacré à la présentation du complexe GL2Z lieu de notre stage pratique. Alors que le deuxième chapitre sera traite des généralités relatives à l'incendie.Puis le troisième chapitre sera dédié au scénario d'accidents possibles (simulation). Le quatrième chapitre présente un résumer de la partie pratique réservée à la période de stage effectuer au complexe .

Chapitre 1 : Contexte du Complexe GAZ GNL2

1.1 Historique du complexe GL2/Z :

Le complexe GL2/Z est la dernière usine de la liquéfaction ou l'engineering a été assuré par la société américaine d'engineering « Pullman Kellogg » qui été chargée des études de la construction et du démarrage des différentes installations.

- Signature du contrat : 09 février 1976
- Ouverture du chantier : 15mars 1977
- Pose de la première pierre : 21 février 1978
- Première production du GNL : 20 janvier 1981
- Première expédition du GNL : 29 janvier 1981
- Rénovation du complexe : 1992 à 1996.
- Certification du complexe iso 9001-2000 : 05 Novembre 2002.

1.2 Situation géographique du complexe [3]:

Le complexe est situé à Bethioua, implanté en bordure de la mer et à une distante de 40 Km à l'ouest d'Oran. Il s'étend sur une superficie de 72 hectares au sein de la zone industrielle d'Arzew. Il est limitrophe du complexe GL3/Z à l'Est et le complexe de liquéfaction de gaz naturel GL1/Z à l'Ouest, au Nord par la mer méditerranée et au sud par le village de Bethioua.

Son emplacement au bord de la mer lui permet d'utiliser son eau comme source d'alimentation pour le refroidissement des équipements telles que les chaudières et les échangeurs, la production d'eau distillé et la lutte anti-incendie et facilite le transport du GNL dans des méthaniers via ses postes de chargement.

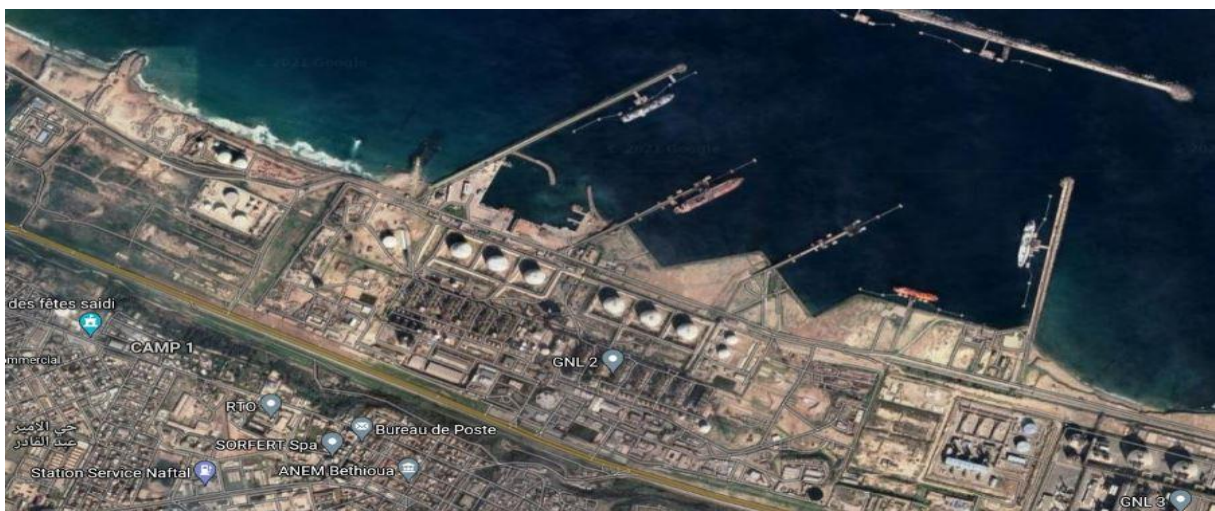


Figure 1: Localisation du complexe GL2Z

1.3 Situation climatique et météorologique de la région [3]:

Etant donné la proximité de la mer, sa topographie et son altitude, l'Algérie littorale a un climat tempéré, subtropical méditerranéen. Il se caractérise par un été sec qui dure de trois à quatre mois, et des hivers doux et humides. Dans un contexte plus général, cette zone est décrite comme étant aride/semi-aride. Les données météorologiques (statistiques climatologiques pour la période : 1985-2007) sont fournies par le Centre Climatologique National ; elles proviennent de la station d'Arzew dont les coordonnées sont :

Latitude : 35°49'N Longitude : 00°16'W Altitude : 3 mètres Le climat est évidemment du type littoral méditerranéen à influence marine directe.

Brouillards et brumes et un degré hygrométrique élevé toute l'année, caractérisent le climat de la région

où les pluies sont relativement plus abondantes que sur l'intérieur (l'arrière pays). Le climat de cette zone se caractérise par deux saisons distinctes :

Période hivernale allant du mois d'octobre au mois de mai, où des températures clémentes sont enregistrées ;

✓ Période sèche s'étendant de juin à septembre, juillet et août étant presque absolument secs et chauds.

1.3.1 Températures :

Elle correspond à un élément fondamental en Océanographie. Ce facteur contrôle en surface l'intensité des échanges mer-atmosphère et conditionne largement et significativement l'écologie des systèmes marins et côtiers. Les différentes mesures, effectuées au cours du programme de la réalisation de l'Atlas mondial sur l'Hydrologie de la Méditerranée (*Guibout*, 1987), ont largement contribué à une compréhension directrice des fluctuations thermiques observées au-dessus du plateau continental algérien.

Les années modèles obtenues le long du littoral et au-dessus du plateau continental et les moyennes mensuelles montrent que :

- ✓ Une décroissance de la température de septembre à février
- ✓ Une valeur minimale en décembre-janvier ($T_p = 6-8^{\circ}\text{C}$)

- ✓ Une augmentation du mois de mars au mois de juin
- ✓ Un maximum de juin à août ($T_p = 25-28^{\circ}\text{C}$).

A Arzew, la moyenne de température annuelle est de $19,0^{\circ}\text{C}$ entre 1985 et 2006.

La Figure 2 représente la variation interannuelle de la température moyenne, une hausse significative de la température moyenne est à signaler à partir des années 90.

La température minimale la plus basse enregistrée au cours de cette période à la station d'Arzew est de $0,6^{\circ}\text{C}$ alors que le maximum observé est de $42,5^{\circ}\text{C}$.

Les températures moyennes mensuelles peuvent osciller entre $1,8^{\circ}\text{C}$ en janvier et 37°C en août.



Figure 2: Variation interannuelle de températures sur Arzew (ONM)

La côte d'Arzew est le siège de deux épisodes froids marqués, avec une remontée intense en décembre et février, et un autre moins actif en avril.

1.3.2 Précipitations :

Les précipitations sont très variables sur une année et d'une année sur l'autre. Ces variations s'expliquent par l'existence d'importants gradients de précipitations dans le pays. Un gradient de précipitations longitudinal explique que les pluies augmentent en allant d'Ouest en Est.

1.3.3 Vents :

Rose de vent

A l'échelle annuelle, on peut dire que les vents dominants sont de secteur Ouest. Environ 2% des vents sont compris entre 11 et 16 m/s, 10% sont compris entre 6 et 11 m/s et 8% sont compris entre 1 à 6 m/s. les vitesses du vent les plus fréquentes sont celles qui sont comprises entre 1 et 6 m/s. les vitesses comprises entre 6 et 11 m/s occupent la deuxième position (figure 3).

N.B :

La rose de vent représente la distribution de quatre classes de vent selon huit directions.

L’histogramme de fréquences des classes de vitesse représente la distribution fréquentielle des quatre classes de vitesse

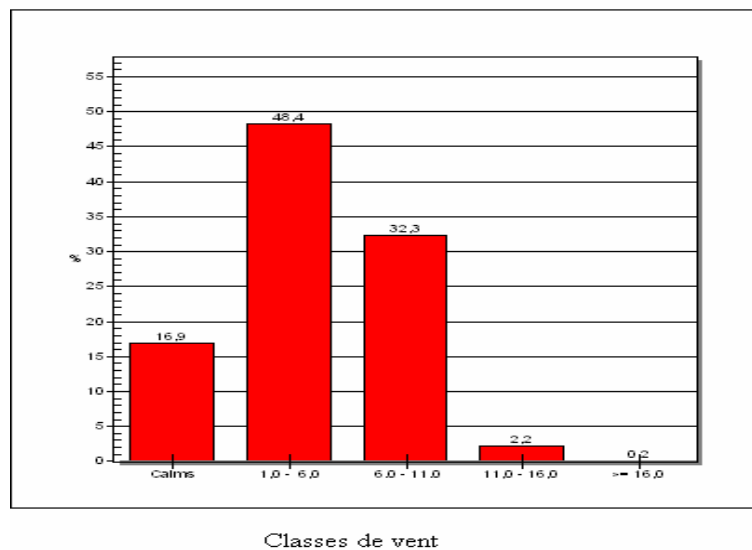
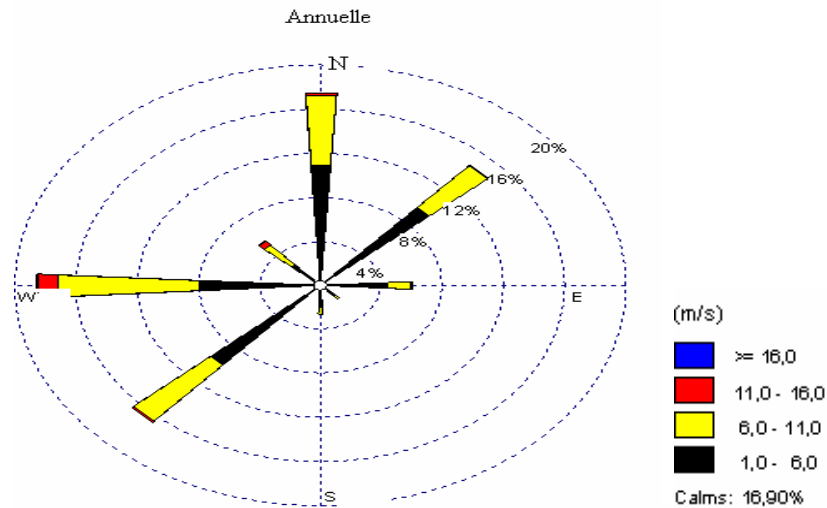


Figure 3: Rose des vents annuelle (Période 1985 – 2007)

1.3.4 Humidité :

La zone côtière de l’Oranie se caractérise par une humidité relative de plus de 60% tout le long del’année.

L’humidité annuelle moyenne de la zone d’étude est de 76%, avec une moyenne de minimums de 70 %et une moyenne des maximums de 80 %.

1.4 Voies de circulation intérieure [3]:

Le site présente les principales voies de circulation pour les véhicules suivantes :

Une voie orientée Est Sud-Est / Ouest Nord-Ouest passant entre les trains et la zone des bâtiments administratifs et techniques.

Des voies assurant la desserte de la partie Est du site, à partir d'un carrefour situé à proximité de l'école à feu.

Une voie orientée Est Sud-Est / Ouest Nord-Ouest passant entre les trains et le canal de rejet. A partir de celle-ci, des voies transversales assurent la desserte des zones de stockage.

1.5 Capacité de production [3]:

Le Complexe traite $10,5 \cdot 10^9$ m³ de gaz naturel par an avec production de Gaz Naturel Liquéfié et Gazoline.

1.5.1 Capacité contractuelle de production :

GNL :	17 800 Millions m ³ /An	Gazoline :	196 000 Tonnes/An
Propane :	410 000 Tonnes/An	Butane :	327 000 Tonnes/An

1.5.2 Capacité totale de stockage :

3 bacs aériens de stockage GNL : 100 000 m³ chacun. 2 bacs aériens de stockage de gazoline et 4 dans le futur : 14 000 m³ chacun.

1.6 Description générale de l'activité [4]:

Le Complexe comprend les installations de réception du gaz naturel produit par les champs gaziers d'Hassi R'mel qui se situent à 550 km au Sud d'Alger.

Après traitement dans les trains de liquéfaction, le gaz liquéfié est stocké à la température de -162°C dans trois bacs cryogéniques de 100 000 m³ de capacité unitaire avant d'être exporté.

Le complexe comprend des installations portuaires permettant le chargement de méthaniers dont la capacité varie entre 40 000 et 145 000 mètres cube.

Le gaz naturel qui alimente le complexe est transporté au moyen de deux pipelines interconnectés de 42'' de diamètre à savoir GZ1 et GZ3. La capacité théorique totale de

Production du complexe est de l'ordre de 18 millions de m³ par an de GNL à partir de 6 trains de liquéfaction en fonctionnement pendant 335 jours par an.

Le complexe GL2Z, à travers son processus de fabrication, vise à :

La liquéfaction du GN, composé principalement de méthane et destiné à l'exportation.

L'extraction des produits finis ou semi finis à savoir :

Le propane et le butane destinés à la commercialisation. Ils ne sont pas stockés sur le site mais expédiés par pipe vers le complexe GP1Z

La gazoline destinée à l'exportation.

Le gaz de charge alimentant l'unité Helios pour y extraire de l'hélium et de l'azote.

La liquéfaction du GN à pression atmosphérique nécessite son refroidissement à environ

-160°C, une difficulté de taille qui a été surmontée par le procédé APCI dit à cascade incorporée avec deux boucles de réfrigération : propane et MCR (Réfrigérant à Composants Multiples).

Le complexe GL2Z comprend principalement :

6 unités de liquéfaction

Les utilités

Le stockage et chargement de GNL et de gazoline.

Une salle de contrôle DCS pour le contrôle des installations de l'usine

1.7 Organisation générale [3] : Le site peut être divisé en 4 grandes zones :

- ❖ Au Nord Est : la zone stockage et chargement de GNL.
- ❖ A l'Est, en partie médiane : la zone production et utilités (dessalement ...).
- ❖ A l'Ouest : zone occupée par les torches, le parc déchets et stockage produits chimiques et des installations annexes (école à feu, ...) Au Sud, les bâtiments des services administratifs et techniques et les locaux sociaux, ainsi que le bâtiment de la société Helios. (Voir plan en page suivante)

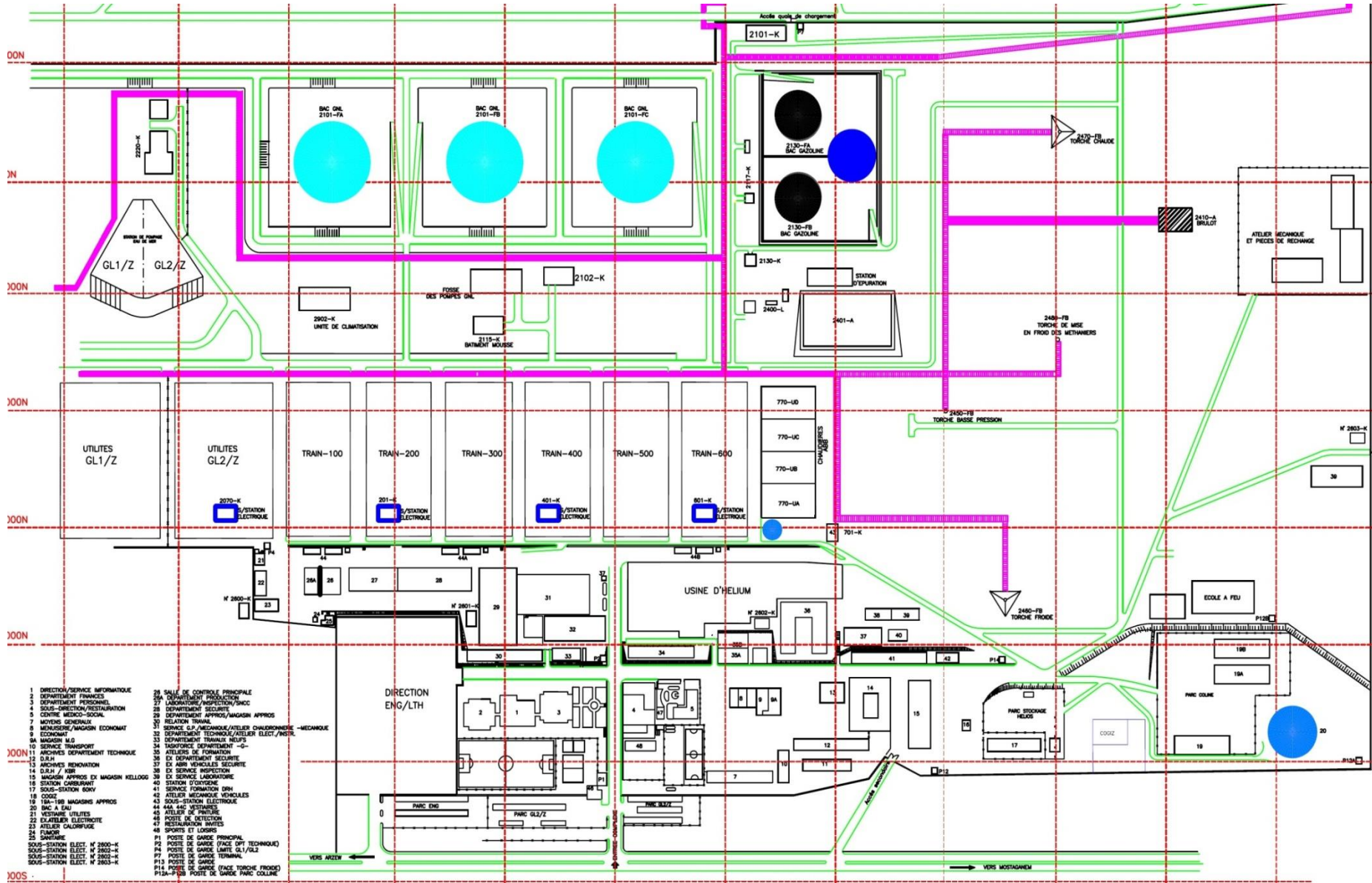


Figure 4 : L'organisation générale du site

1.8 Unités de production [4] :

Le Complexe GL 2Z comporte six trains de fabrication identiques fonctionnant en parallèle et comportant chacun les mêmes étapes. Le gaz naturel qui assure la charge du complexe est transporté par pipeline à la pression de 42 bar et est distribué vers les différents trains au travers d'un collecteur de 42'' de diamètre. Le gaz naturel est envoyé dans chacun des trains à une pression de 42 bar pour être dirigé vers la section de traitement du gaz où il est successivement Demercurisé par passage sur filtres à charbon actif. Décarbonaté par une solution aqueuse de MEA (mon éthanolamine) afin d'enlever les traces de dioxyde de carbone. Le taux de dioxyde de carbone dans le gaz est réduit à une concentration inférieure à 90 ppm et la MEA est recyclée et régénérée par l'utilisation d'un courant de vapeur. A la sortie de la colonne d'absorption MEA, le gaz est refroidi à travers un échangeur au propane. Déshydraté à travers un lit de tamis moléculaires permettant d'éliminer l'eau contenue dans le gaz et réduire sa teneur en humidité à un taux inférieur à 01 ppm volume. L'importance de ces trois premières étapes réside dans l'extraction des composés présents dans le GN, n'ayant aucun intérêt commercial ou technique et qui risquent d'encrasser les équipements en aval dans le processus de liquéfaction. Après déshydratation, le gaz est refroidi à -26°C à la pression de 40 bar via le circuit propane. Le gaz à cette pression et température pénètre dans la colonne de lavage où le produit de tête formé d'hydrocarbures légers contenant de l'azote, du méthane, de l'éthane est envoyé vers la section liquéfaction; le produit de fond formé essentiellement d'hydrocarbures lourds est envoyé vers les sections de fractionnement où il est fractionné successivement au travers du dééthaniseur (20 bars), du dépropaniseur (17 bars) et du débutaniseur (5,5 bars) dont le produit de fond est stocké dans des bacs de gazoline avant expédition. Durant la phase de fractionnement, les produits en tête sont extraits et utilisés comme appoint vers les systèmes de refroidissement propane et MCR sachant qu'une partie est réinjectée dans le gaz afin d'accroître sa qualité. Le gaz produit de tête de la colonne de lavage est envoyé essentiellement vers l'échangeur principal pour être liquéfié. La température du courant gazeux entrant dans l'échangeur principal est de -30°C à la pression de 39 bars. Le gaz est refroidi au niveau de l'échangeur principal par du MCR jusqu'à une température de -148°C à une pression de 25 bars. Le courant gazeux est alors dirigé vers une vanne de détente Joule Thomson où la pression diminue jusqu'à 1,38 bars entraînant une baisse de température jusqu'à -161°C . L'azote et le gaz combustible sont extraits à partir d'un ballon de flash et envoyés vers les chaudières comme alimentation. Le gaz naturel liquide GNL est envoyé vers la zone de stockage GNL par l'utilisation de pompes de transfert.

Le réfrigérant MCR est circulé dans une boucle de réfrigération au moyen de deux compresseurs centrifuges entraînés par des turbines à vapeur.

1.9 Utilités :

La section utilités se compose de : - Quatre chaudières utilités, - Trois turbo générateurs de 18 MW chacun et une connexion de 20 MW avec le réseau de SONELGAZ (turbines vapeur) - Une station de pompage composée de 6 pompes d'eau de mer d'une capacité de 35 000 m³ chacune - Six unités de dessalement d'eau de mer d'une capacité unitaire de 45 m³/h et une de 60 m³/h. - Une zone d'off- site comprenant : torche chaude, torche froide, torche boil-off, torche de mise en froid des méthaniers et brulot (brûlage des fractions liquides). - Une section de production de l'air service et de l'air instrument.

1.10 Stockage et chargement du GNL [4]:

Le GNL est stocké à -162°C dans 3 bacs d'une capacité unitaire de 100 000 m³ chacun. Le chargement du produit est assuré au niveau de 2 quais de chargement pouvant recevoir des méthaniers d'une capacité de 40 000 à 140 000 m³ GNL . Chaque quai est doté de :

- Quatre bras pour le chargement de GNL
- Un bras pour le retour des vapeurs de GNL (Boil off)
- Un bras pour le soutage et l'azote liquide.
- Trois compresseurs de reprise des vapeurs

1.11 Installations de contrôle et de sécurité [5]:

Le complexe est doté :

- D'une salle de contrôle principale
- D'un système de Commande numérique (DCS)
- De trois salles de contrôle locales
- D'une salle de contrôle pour le terminal
- D'une salle de contrôle locale pour l'utilité.
- D'une salle de contrôle des 4 chaudières ABB de 400 T/hr. * Le contrôle des 04 chaudières ABB de 400 T/hr est inclus dans la salle de contrôle locale zone III

1.12 Organigramme du complexe GL2Z [5]:

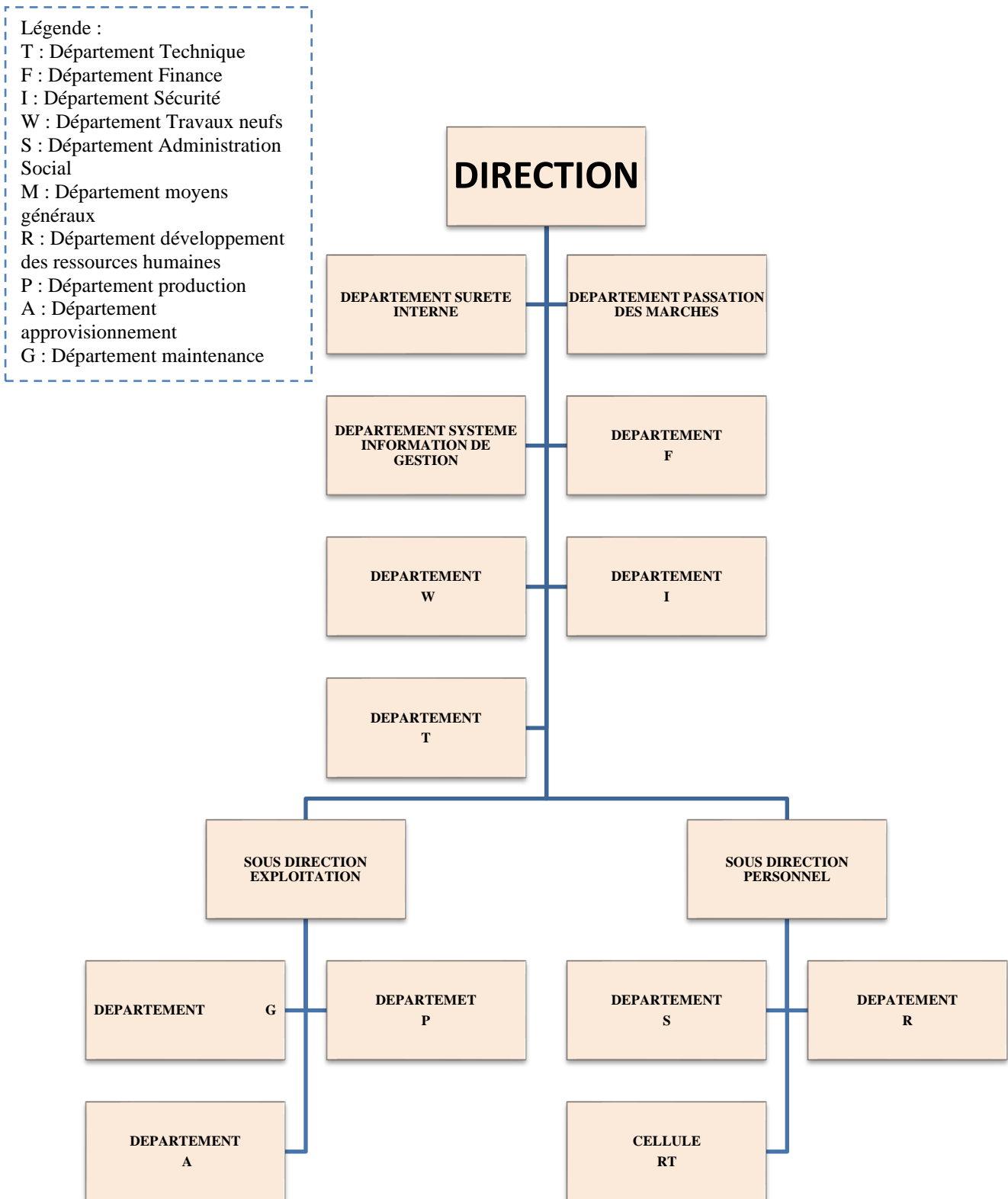


Figure 4: Organigramme du complexe GL2Z

1.13 Organigramme de département de sécurité [5] :

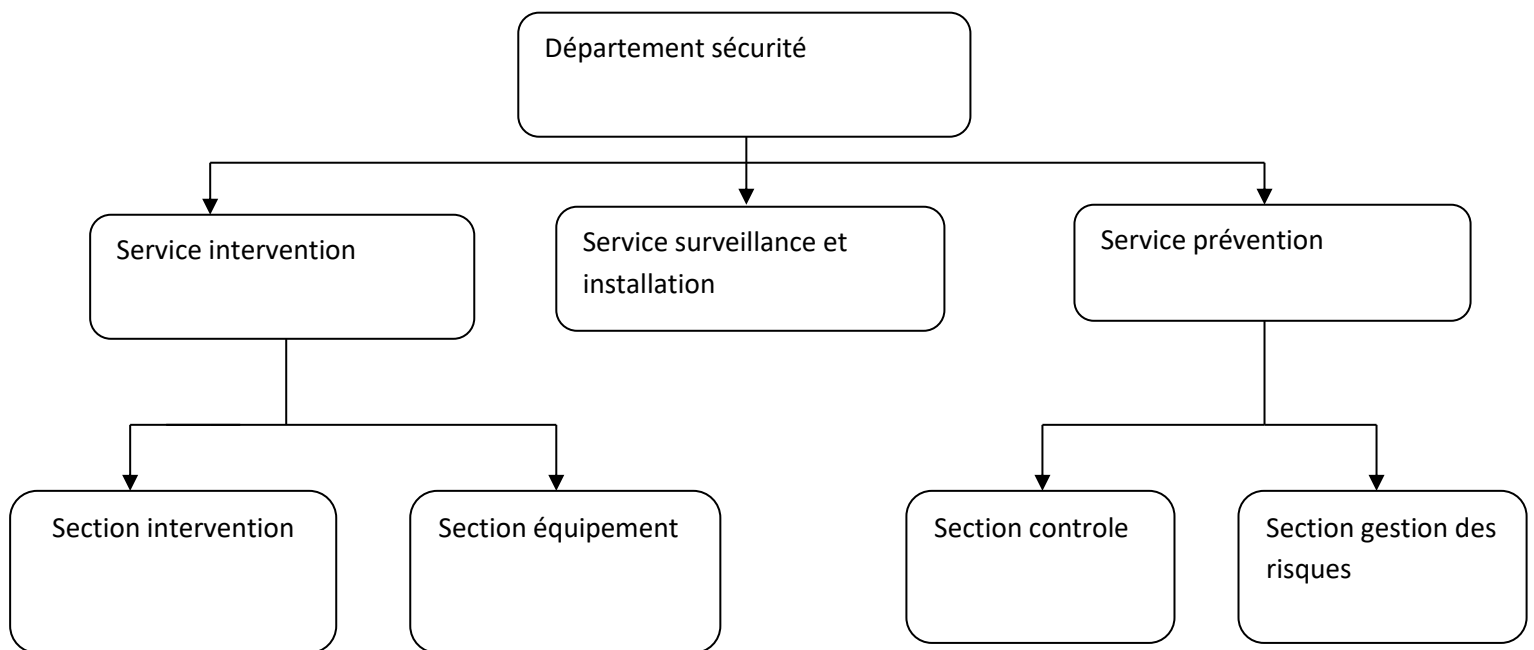


Figure 5: Organigramme de département de sécurité

1.13.1 Service intervention :

Le rôle de ce service consiste à faire face et résoudre tous types d'incidents et d'accidents, en mobilisant les moyens humains et matériels adéquats pour chaque intervention suivant la classification du danger ;

• NORME NFPA :

- Une brigade de 04 agents pour la maîtrise d'un incident faible
- Pour la maîtrise d'un incident majeur = $04 \times \text{Indice } 4 = 16$
- Pour la maîtrise d'un incident moyen = $04 \times \text{Indice } 3 = 12$.

Le service intervention est composé de deux sections :

a) Section intervention :

C'est les moyens humains composé de pompiers qui agissent directement lors d'un danger, L'animateur sportif est prévu pour assurer le maintien de la condition physique des agents d'intervention. Qui travaille sous system de quart, leurs fonctions premières sont de supprimer l'un des trois éléments du triangle de feux (combustible, carburant, énergie d'activation) ;

Cette section est chargée :

- La surveillance des différentes zones.
- Le contrôle des équipements.
- L'intervention et l'évacuation.
- La vérification des travaux effectués sur les installations.

b) Section équipements :

C'est la section de soutien du matériel dont dispose les agents d'intervention direct muni de camion-citerne, extincteurs, ambulances, détecteurs de fumer, et l'entretien et la maintenance de l'installation du système de sécurité ainsi que le système de surveillance fait de détecteurs et des caméras placé sur site de production relié au système du DCS

1.13.2 Service prévention :

a) Section contrôle :

Cette section est composée des inspecteurs et ingénieurs qui veillent aux respects des règles de sécurité, contrôler et inspecter régulièrement les équipements afin de prévenir le risque d'accident et aussi de permettre l'intervention dans les plus brefs délais.

L'organisation de ce service est de trouver un inspecteur au niveau de la zone administration et service et le reste de La section comporte six (08) inspecteurs chargés de superviser les travaux d'une manière générale, chaque inspecteur est chargé de :

- Assurer la surveillance des installations.
- Délivrer des permis de travail dans la zone de production aussi faire des briefings quotidiennement.
- Etablir les rapports d'accidents avec ou sans arrêt.
- Etablir les rapports incidents.
- Etablir les rapports d'inspections des installations.
- Etablir les rapports journaliers des travaux.
- Eliminer les sources d'accidents.

- Faire le suivi et le contrôle des travaux.
- Veiller à l'hygiène de la zone.

Tous les travaux de constructions, de transformations, et d'entretien sur la zone d'exploitation ou à l'intérieur des annexes (ateliers ou autres...) sont soumis à l'obtention d'un permis de travail, il y a 17 permis et certificats parmi eux

Liste des permis :

L'inspecteur signe le permis de travail sur le lieu de travail en présence du chef de quart.

Il existe 13 permis et 4 certificats de travail :

- ✓ Permis de fermeture de route
- ✓ Permis à froid
- ✓ Permis à chaud
- ✓ Permis de pénétration
- ✓ Permis d'excavation
- ✓ Permis de radiographie
- ✓ Permis de travaux en hauteur
- ✓ Permis de levage
- ✓ Permis d'accès véhicule/engin
- ✓ Permis électrique
- ✓ Permis de limitation d'accès
- ✓ Permis de test sur équipement électrique haute tension
- ✓ Permis de mise en service d'un équipement/système

Liste des certificats :

- ✓ Certificat de consignation électrique
- ✓ Certificat de confirmation d'isolement
- ✓ Certificat d'échafaudage
- ✓ Autorisation pour prise de photos

b) Section gestion de risque :

Cette section est chargée d'élaborer toutes les consignes, consolidation de bilan, formation et sensibilisation du personnel par l'outils audiovisuel suite a une cellule d'information et de communication, veiller à l'application du plan d'alarme et suivre l'organisation en cas d'urgence selon PII.

Le plan d'intervention interne est un document essentiellement pratique qui a pour objectif de définir la position et le rôle de chaque agent en cas de sinistre.

Des instructions précises sont données pour une situation considérée permettant ainsi à l'état-major d'urgence de coordonner les actions de sauvetage et de lutte contre le sinistre.

Dès le déclenchement de la sirène l'alerte PII il faut :

1 coup de : 30secondes. Alarme zone	Arrêter tout type de travail, tout moteur, appareil électrique ou de soudure. Rester à votre poste. Ne pas fumer.
10 coups de : 5 secondes. Alarme PII	Mettre votre chantier en sécurité. Eteindre les lumières. Rejoindre votre point de rassemblement.
1 coup de : 2minutes. Evacuation	Rejoindre les bus sans précipitation.
1 coup de : 10 secondes. Fin d'alerte	Rejoindre votre poste de travail.

Si vous assistez à un accident ou si vous découvrez une situation dangereuse appelez-le 5599.

1.13.3 Service surveillance des installations :

C'est un nouveau service qui n'est pas entièrement opérationnel qui va être chargé de la surveillance vigoureuse des installation

Introduction

Dans ce chapitre, nous avons commencé à étudier les statistiques générales du phénomène d'incendie, ensuite nous avons discuté le phénomène en particulier.

Enfin nous avons passés en revue le feu sa combustion, ses paramètres, ses sources et ses modes de propagation.

2.1 Etudes Statistiques :

Les études statistiques suivantes représentent des exemples de données, proviennent des enquêtes réalisées par la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises français auprès des 98 services d'incendie et de secours et ce pour avoir une idée sur quelques statistiques des incendies [6].

2.2 Origine des incendies [7] :

L'évaluation du risque incendie passe par l'identification des situations où les trois éléments du triangle du feu sont réunis (combustible, comburant et source d'inflammation). La « mémoire » de l'entreprise ou de la branche d'activité REX (retour d'expérience) que ça soit les incendies, ou concernant des situations dangereuses peut aussi aider à identifier les opérations ou situations à risques.

Les origines d'un incendie sont tout d'abord dues à la **présence de produits inflammables**. Il est important :

- D'établir la liste des produits présents,
- De déterminer leur état physique (liquide, gaz, solide, poudre, aérosol...),
- De connaître leurs caractéristiques physico-chimiques (par exemple, le point éclair d'un liquide : plus il est faible, plus le produit est facilement inflammable),
- De recenser leurs conditions d'utilisation et de stockage (quantités, température, local ou armoire dédiés (coupe-feu un temps déterminé), présence de bacs de rétention...).

Les origines de l'incendie peuvent également être liées aux **procédés mis en œuvre** (conditions de température, de pression, réactions exothermiques, produits de décomposition, conditions de refroidissement...), **voire à leurs dysfonctionnements potentiels** (arrêts de système de

refroidissement, fuites de produits, pannes prévisibles, arrêts accidentels d'alimentation en produits...).

Les sources d'inflammations à identifier sont d'origines diverses :

- **thermique** : surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par points chauds...

Une cigarette allumée comme une flamme nue constituent des sources d'inflammation actives. Par exemple l'extrémité d'une cigarette allumée atteint 1 000 °C lors de l'aspiration.

Les travaux par points chauds (soudage au chalumeau, oxycoupage...) sont des sources majeures de sinistres : ils sont responsables d'environ un incendie sur trois ;

- **électrique** : étincelles, échauffement....

La vétusté, le caractère improvisé ou la surcharge de certaines installations entraînent des échauffements à l'origine de bon nombre de départs d'incendies (environ un incendie sur trois) ;

- **électrostatique** : décharges par étincelles...

L'électricité statique peut être à l'origine d'étincelles suffisamment énergétiques pour être une source d'inflammation ;

- **mécanique** : étincelles, échauffement...

Les échauffements et les étincelles d'origine mécanique, résultant de friction, de choc et d'abrasion, ou de défaillances (roulements, paliers...) peuvent être à l'origine de températures très élevées et/ou de projections de particules incandescentes ;

- **climatique** : foudre, soleil...

Un impact de foudre peut constituer une source d'inflammation directe ou à distance en induisant des surtensions ou des échauffements dans les équipements ;

- **chimique** : réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement de réaction...

Les réactions chimiques peuvent dégager suffisamment de chaleur pour être une source d'inflammation ;

- **bactériologique** : auto-échauffement

La fermentation bactérienne peut provoquer un dégagement de chaleur et favoriser les conditions d'amorçage d'un auto-échauffement.

Il faut également noter qu'une explosion peut constituer la source d'inflammation d'un incendie comme un incendie peut être la source d'inflammation d'une atmosphère explosive.

2.3 Part de l'incendie dans les accidents industriels [8]:

La figure suivante montre la part prise de l'incendie dans les accidents industriels, on peut remarquer que l'incendie prend 9 % des accidents, alors que les rejets de matières dangereuses prennent 74 % de la totalité des accidents .

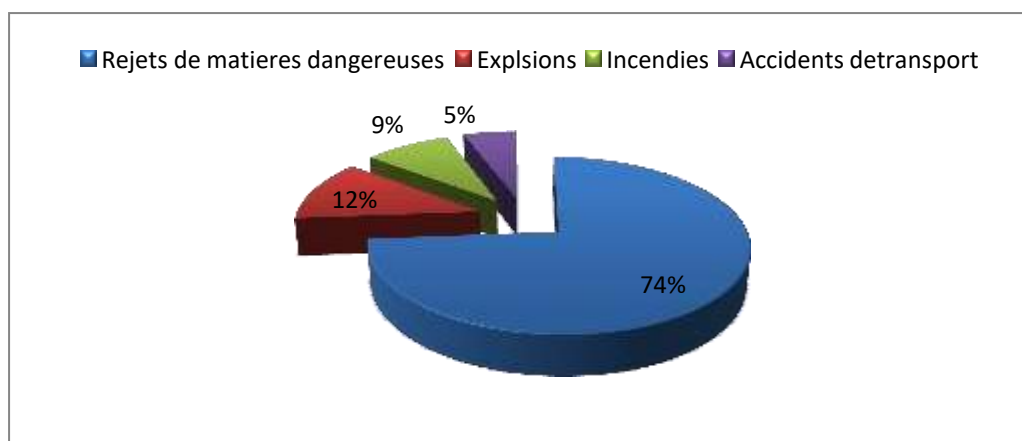


Figure 6: Typologie des accidents industriels

2.4 Les causes de l'incendie [7]: multiples et souvent imprévisibles

2.4.1 Energétiques :

Thermiques (surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par point chaud)
électriques (étincelles, échauffements dus à la vétusté, la non-conformité des installations ou les surcharges électriques) électrostatiques (les étincelles peuvent intervenir comme énergie d'activation), mécaniques (étincelles, échauffements....) chimiques (réactions exothermiques, emballement de réaction...)

2.4.2 Humaines :

La consommation du tabac (cigarettes) (l'extrémité d'une cigarette allumée atteint plus de 700 °C) négligence malveillance...

2.4.3 Naturelles :

Bactériologiques (la fermentation bactérienne peut échauffer le milieu) climatiques (foudre, soleil...).

2.5 Les victimes de l'incendie [9]:

Des conséquences lourdes sur les plans humain, matériel, économique et environnemental

L'incendie d'un établissement industriel ou commercial a des impacts, directs et indirects, sur l'homme, l'entreprise et l'environnement.

Le coût humain est important pour la victime et ses proches : intoxication liée aux fumées et gaz, asphyxie, brûlures (la température des flammes peut aller de 600 à 1200°C), blessures liées à l'effondrement des structures, angoisse ou stress liés à la fermeture de l'établissement (incertitude face à l'avenir), handicap, décès ...

Par ailleurs, un incendie a des conséquences financières, pour le salarié qui peut perdre son emploi et pour le chef d'entreprise : ce dernier en assume quasiment toutes les conséquences financières (indemnisation des victimes, remplacement du matériel, reconstruction des locaux, arrêt de la production...).

On déplore généralement de gros dégâts (fermeture plus ou moins longue de l'entreprise) auxquels vient s'ajouter une perte d'exploitation plus ou moins grave : perte de données informatiques n'ayant pas été copiées, destruction des stocks et des outils de production, sous-traitants se tournant vers d'autres clients, dégradation de l'image de marque...

Les conséquences d'un incendie pour l'entreprise sont souvent économiquement irrémédiables : dans près de 70% des sinistres, l'entreprise disparaît et le personnel se retrouve au chômage.

L'entreprise n'est pas la seule à être endommagée en cas de sinistre.

L'environnement en subit également les conséquences : pollution de l'air par les gaz de combustion, des sols, de l'eau par les produits extincteurs et les eaux de ruissellement, pollution visuelle (dégradation du paysage), production de déchets parfois non destructibles.

2.6 Le phénomène d'incendie [10]:

2.6.1 Feu et combustion

Le feu est une réaction de combustion qui est due à la réaction de deux corps : un combustible et un oxydant (ou comburant) qui est généralement l'oxygène de l'air. Mais cette réaction ne peut avoir lieu que dans des conditions bien définies, et en particulier à partir d'une température qui varie d'un corps à l'autre, cette réaction est exothermique.

Le combustible et le comburant seuls ne suffisent pas à provoquer le phénomène de combustion. L'apport d'énergie, appelé « énergie d'activation », est nécessaire pour amorcer ce phénomène, qui persistera par la suite en raison de la quantité de chaleur (bien supérieure à l'énergie d'activation nécessaire) que dégage cette réaction exothermique. Ce principe de base est souvent représenté par le "triangle de feu" comme le montre la figure ci-dessous .



Figure 7: Triangle du feu [11]

➤ **Le combustible :**

Tous les corps capables de s'unir à l'oxygène sont dits "combustibles". De nombreux corps ont cette propriété, mais tous ne brûlent pas aussi facilement et aussi rapidement les uns que les autres ; cela est dû à leur nature, à leur état de division. Généralement, les solides et les liquides ne brûlent pas tels quels, ce qui brûle sont les gaz et les vapeurs qu'ils libèrent .

➤ **Le comburant (en général l'air) :**

En fait, il n'y a qu'une seule sorte de comburant : c'est l'oxygène ; mais cet oxygène peut exister à l'état pur, ou il peut être mélangé à d'autres gaz, ou provenir de la décomposition de certaines substances chimiques.

Dans la plupart des cas, l'oxygène qui alimente une combustion se trouve dans l'air mélangé avec de l'azote et d'autres gaz rares.

L'air contient 21 % d'oxygène et 78 % d'azote, mais c'est une composition moyenne.

Dans certains cas, la teneur en oxygène peut être faible. Il est à noter que ce n'est que lorsque l'air contient suffisamment d'oxygène, soit plus de 15 % en volume pour les combustibles courants.

Certains corps peuvent dégager de l'oxygène, ce sont des oxydants. Les plus fréquemment rencontrés sont : les nitrates, les chlorates, les peroxydes .

➤ Source d'énergie (Énergie d'activation)

Ainsi que le rappelle le triangle du feu, la seule présence d'un combustible et d'un comburant n'est pas suffisante pour provoquer le phénomène de combustion. Un apport d'énergie, dite « énergie d'activation », est nécessaire pour « démarrer » ce phénomène, qui s'entretiendra de lui-même par la suite, en raison de la quantité de chaleur (très supérieure à l'énergie d'activation nécessaire) que dégage cette réaction exothermique .

2.6.2 Inflammation

2.6.2.1 Gaz

Pour que s'effectue la combustion d'un gaz, il faut que le mélange gaz combustible/gaz comburant soit dans des proportions adéquates.

Dans le cas du mélange gaz combustible/air, il faut que la concentration de gaz dans le mélange soit comprise entre deux limites que l'on appelle limites d'inflammabilité qui sont :

- la limite inférieure d'inflammabilité (LII) ;
- la limite supérieure d'inflammabilité (LSI) [10].

Lorsque la combustion présente les caractères de l'explosion, on parlera de limites inférieures et supérieures d'explosivité (LIE et LSE). Ces valeurs limites sont exprimées en pourcentages volumiques (tableau 1)

Tab 01– Limites d'inflammabilités de quelques gaz courants		
Gaz	Limites d'inflammabilité	
	Inférieure (%)	Supérieure (%)
Butane	1,9	8,5
Propane	2,2	9,5
Essence (vapeur)	1,4	7,6
Éthanol (vapeur)	3,3	19
Éther (vapeur)	1,9	36

2.6.2.2 Liquides :

Pour qu'un liquide soit considéré comme inflammable, il suffit que les valeurs limites soient à une concentration supérieure à la limite inférieure d'inflammabilité.

Pour chaque liquide, cette condition correspond à une certaine température que l'on appelle point d'éclair (tableau 2), les vapeurs peuvent être enflammées par une source d'énergie.

Lorsque la température d'un liquide est à peine supérieure au point d'éclair, la source d'inflammation ne pourra provoquer qu'un allumage fugitif (éclair ou flash).

Pour que la flamme subsiste, il faut que la température dépasse de quelques degrés la valeur du point éclair [10].

Tab 02– Point d'éclair de quelques liquides inflammables courants	
Produits	Point d'éclair
Essence	- 40
Kérosène	+ 40
Gazole	+ 70
Acétone	- 18
Éthanol	+ 13
Éther	- 45

2.6.2.3 Solides

Certains matériaux brûlent pour former des braises : il s'agit d'un mode de combustion particulier qui se produit lentement et directement à partir de l'état solide : les braises peuvent brûler très lentement sans un apport important d'oxygène , cela donne lieu à des feux couvant qui posent souvent de gros problèmes d'extinction.

On assiste parfois au phénomène de combustion spontanée de certains matériaux, qui peut être un endroit où la chaleur est dégagée par oxydation lente dans un environnement normal. Dans certaines conditions de stockage (mise en tas, par exemple), la dispersion de chaleur n'est pas suffisante pour refroidir le matériau, et l'élévation de température provoquera un incendie (tableau 03).

Ce phénomène peut avoir pour origine la fermentation de produits agricoles [10].

Tab 03– Températures d'inflammation de quelques solides courants	
Solides	Températures d'inflammation (C°)
Bois	De 280 à 340
Charbon	250
Charbon de bois	De 250 à 350
Coton	450
Papier journal	185
Papier à lettre	360
Polyéthylène	350
Polystyrène	490
Polyamide	425
Mousse polyuréthane	330

2.6.3 Paramètres de l'incendie

Le principal effet de l'incendie est évidemment de dégager de la chaleur ; la quantité de chaleur dégagée est fonction de trois paramètres [10] :

- le pouvoir calorifique ;
- le potentiel calorifique ;
- le débit calorifique.

A. Pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique du combustible est la chaleur dégagée par la combustion complète de 1 kilogramme de combustible solide ou liquide, tandis que celui du combustible gazeux est de 1 mètre cube.

Par exemple, le pouvoir calorifique du bois est de 17 MJ/kg (4000 kcal/kg), tandis que le butane est de 49 MJ/m³ [10].

B. Potentiel calorifique :

Le potentiel calorifique potentiel (ou charge calorifique) d'une pièce est la quantité totale de chaleur qui peut être dégagée par la combustion de tous les éléments combustibles de la pièce, convertie en unité de surface. Par exemple, le potentiel calorifique potentiel d'un logement est de 780 MJ/m² et d'un centre commercial soit MJ/m² [10].

C. Débit calorifique :

C'est la quantité de calories produite par unité de temps par la quantité de masse d'une matière combustible. Le débit calorifique est l'élément essentiel caractérisant l'élévation de température. Il dépend de différents facteurs qui permettent d'analyser le risque d'incendie [10] :

- l'alimentation en comburant du combustible (ventilation des locaux) ;
- l'état de division des matériaux combustibles ;
- le mode de rangement des combustibles.

2.6.4 Les sources d'incendie :

Les sources d'inflammations à identifier sont d'origines diverses [12] :

- Thermiques** : surfaces chaudes, appareils de chauffage, flammes nues, travaux par pointschauds...etc.

Les travaux par points chauds (soudage au chalumeau, oxycoupage...) sont des sources majeures de sinistres : ils sont responsables d'environ un incendie sur trois ;

- Electriques** : étincelles, échauffement....

La vétusté, le caractère improvisé ou la surcharge de certaines installations entraînent des échauffements à l'origine de bon nombre de départs d'incendies (environ un incendie sur trois) ;

□ **Electrostatiques** : décharges par étincelles...

L'électricité statique peut être à l'origine d'étincelles suffisamment énergétiques pour être une source d'inflammation ;

□ **Mécaniques** : étincelles d'origine mécanique, échauffement...

Les échauffements et les étincelles d'origine mécanique, résultant de friction, de choc et d'abrasion, ou de défaillances (roulements, paliers...) peuvent être à l'origine de températures très élevées et/ou de projections de particules incandescentes ;

□ **Climatiques** : foudre, soleil...

Un impact de foudre peut constituer une source d'inflammation directe ou à distance en induisant des surtensions ou des échauffements dans les équipements ;

□ **Chimiques** : réactions exothermiques, auto-échauffement, emballement de réaction...

Les réactions chimiques peuvent dégager suffisamment de chaleur pour être une source d'inflammation ;

□ **Bactériologiques** : auto-échauffement

La fermentation bactérienne peut provoquer un dégagement de chaleur et favoriser les conditions d'amorçage d'un auto-échauffement

Il faut également noter qu'une explosion peut constituer la source d'inflammation d'un incendie comme un incendie peut être la source d'inflammation d'une atmosphère explosive.

2.6.5 Les Effets du feu

A. Les Gaz de combustion

La combustion des matériaux est obtenue en libérant une variété de gaz toxiques et corrosifs. Ces gaz contribueront à la propagation du feu. Les propriétés des matériaux combustibles permettent de prédire les caractéristiques des principaux gaz de combustion.

Les principaux gaz susceptibles de se dégager sont :

CO : Oxyde de carbone très toxique, mortel à 0,3 % dans l'air ; provoque des réactions irréversibles sur le sang. Sa formation est particulièrement importante dans les feux couvant, par manque d'oxygène.

CO₂ : Dioxyde de carbone (ou gaz carbonique) n'est pas toxique, mais n'entretient pas la vie.

HCl : gaz chlorhydrique toxique produit par la combustion des PVC (polychlorures de vinyle), des matériaux ignifugés. Il est irritant et donc détecté rapidement par l'odorat. Très soluble dans l'eau, il pollue les eaux d'extinction.

HCN : gaz cyanhydrique produit par la combustion des matériaux azotés (laine, soie, polyamide, butadiène, polyuréthane, etc.).

Émis à partir de 250 C°, il est très toxique et dangereux en début d'incendie. Hydrosoluble, il est entraîné par l'eau sous forme d'acide cyanhydrique dilué.

NO_x : Divers gaz formés par la combustion des composés azotés:

NO monoxyde d'azote, le plus toxique,

NO₂ peroxyde d'azote (vapeurs rousses).

B. Les fumées

Les fumées sont constituées de gaz de combustion et sont chargées de particules solides de produits imbrûlés.

Elles présentent donc tous les dangers des gaz de combustion mais sont opaques du fait de la présence de particules solides.

Les fumées comportent souvent des gaz imbrûlés, portés à température élevée. Ce mélange est souvent à l'origine de la propagation du feu.

Les fumées dégagées par l'incendie ont également pour effet de gêner et souvent d'empêcher l'intervention des services de secours.

2.6.6 Modes de propagation

Selon la situation au moment du sinistre, le feu se propage de plusieurs manières. A cet effet, on peut citer les différents modes de propagation listés ci-dessous : [13]

A. Par rayonnement :

La chaleur du feu réchauffe tous les matériaux combustibles sur les côtés et l'air environnant.

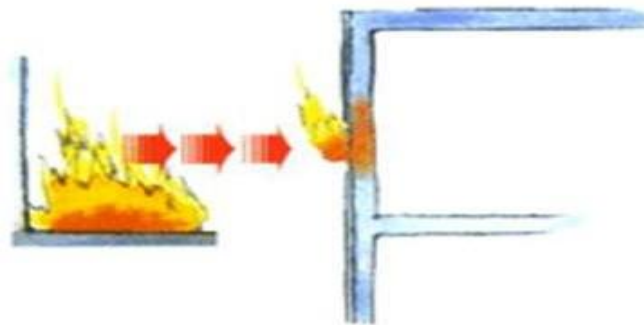


Figure 8: Propagation du feu par rayonnement [13]

B. Par conduction :

C'est le passage de chaleur à travers les matériaux.



Figure 9: Propagation du feu par conduction [13]

C. Par convection :

C'est l'élévation des gaz chauds et des fumées dans le volume, et qui chauffe les parties hautes de celui-ci.

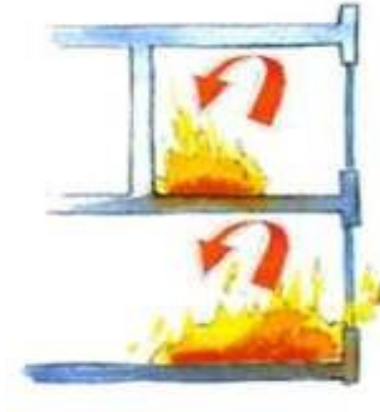


Figure 10: Propagation du feu par la convection [13]

La propagation du feu peut se faire aussi :

par projection de matières combustibles enflammées après éboulement, explosion, flammèches portées par le vent, étincelles, etc.

par écoulement accidentel de liquide inflammable sur le sol ou par des caniveaux, des égouts, etc.

par rupture accidentelle de canalisations de liquides ou de gaz combustibles.

2.6.7 Les phases de l'incendie

Dans le déroulement d'un incendie, on peut distinguer cinq phases qui se déroulent successivement.

La courbe de la figure 12 représente le développement d'un incendie en considérant qu'il était suffisamment alimenté en comburant, en combustible et en énergie .

Phase 1 : feu couvant ; après allumage par un point chaud (cigarette, allumette, court-circuit, soudure...), il y a début de combustion avec formation de fumées (OA).

Phase 2 : combustion ; apparition de flammes avec dégagement de gaz chauds et incomplètement brûlés (AB).

Phase 3 : embrasement généralisé ou « flash over » ; les gaz chauds (combustibles) et les particules imbrûlées des fumées portés à température d'auto- inflammation provoquent l'embrasement (BC).

Phase 4 : développement de l'incendie ; cette phase dépend de l'aliment du feu en combustible et en comburant (CD).

Phase 5 : décroissance ; soit du fait de l'intervention, soit du fait de la disparition du combustible.

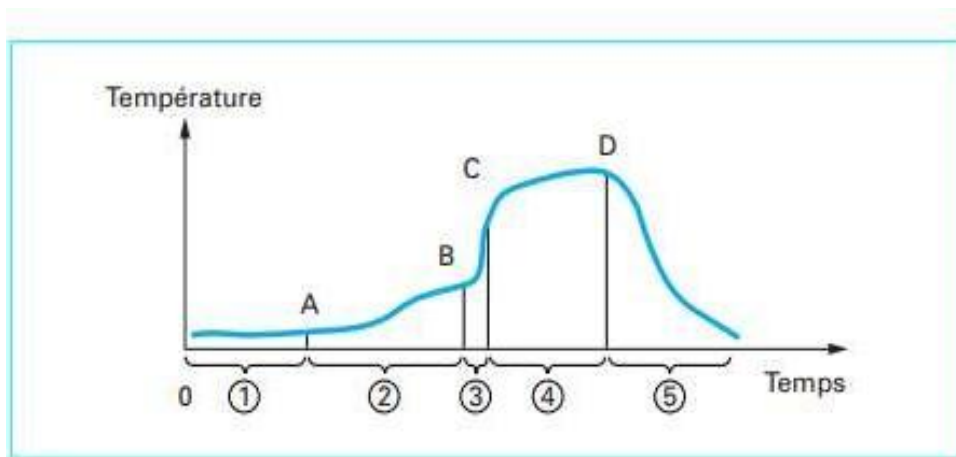


Figure 11: Les cinq phases de l'incendie [8]

❖ La courbe ISO :

L'incendie étant un phénomène comportant de nombreux aléas, il s'est révélé indispensable, pour pouvoir effectuer la comparaison du comportement au feu des éléments de construction, de déterminer un programme de référence en fonction du temps. Ce programme est celui précisé par la courbe ISO 834 dite « courbe température-temps » en encore « programme thermique normalisé » [10].

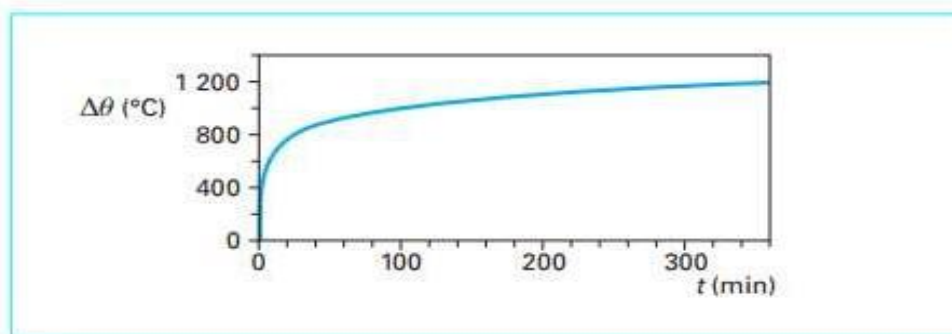


Figure 12: La courbe ISO [8]

2.6.8 Réaction au feu :

Dans l'actuelle réglementation française, la réaction au feu des matériaux est établie en fonction de critères de comportement au feu :

- la combustibilité, donc la quantité de calories (d'énergie) susceptible de se dégager par combustion, (référence au pouvoir calorifique) ;
- l'inflammabilité, liée au dégagement de gaz plus ou moins inflammables au cours de la combustion.

Le classement officiel ou classement M de réaction au feu est:

MO	: incombustible le matériau n'alimente pas l'incendie.
M1	: le matériau est combustible mais non inflammable. il peut alimenter le feu mais ne favorisera pas sa propagation.
M2 - M3 - M4	: les matériaux sont combustibles et inflammables. l'inflammabilité augmente de M2 à M4.

Figure 13: Classement M de réaction au feu [10]

Le système de classement européen prend en considération des paramètres réglementaires liés à l'opacité des fumées et surtout au risque de « flash over ».

Des essais européens normalisés permettent de préciser les « Euro classes » des matériaux:

<ul style="list-style-type: none"> — les Euroclasses A1, A2, B, correspondent aux classes des produits pas ou peu combustibles; ils ne provoquent de flash over; — les Euroclasses C, D et E, correspondent aux produits combustibles, pouvant provoquer un flash over; — les Euroclasses F correspondent aux produits ne pouvant pas être l'objet de mesures de performances; — le critère d'opacité des fumées est pris en compte pour les classements de A2 à D; — le critère des gouttes inflammables est pris en compte par les classements de A à E.
--

Figure 14: Euro classes de réaction au feu [10]

Quelques exemples pratiques de classement sont donnés ci-après :

Tableau 4: Euro classes de réaction au feu

Produits de la construction	Euroclasses	Classement M
Laine de Roche, panneaux ou rouleaux nus ou voile de verre revêtu aluminium	A1	M0
Plaque de plâtre cartonnée	A2	M1
Polystyrène sur plaque de plâtre	B	M1
Papier peint vinylique sur plaque de plâtre	C	M1 ou M2

2.6.9 Résistance au feu :

La réglementation française classe les éléments de combustion en trois catégories de résistance au feu :

- Stable au feu (**SF**) : respect du critère de résistance mécanique ;
- Pare-flamme (**PF**) : respect du critère supplémentaire d'étanchéité aux flammes et gaz ;
- Coupe-feu (**CP**) : respect du critère réglementaire supplémentaire d'isolation thermique.

Le classement doit préciser la durée du respect des critères considérés en fonction du programme thermique normalisé (courbe ISO).

Cette durée est exprimée en temps normalisé : h, h, 1 h, 1 h, 2 h, 3 h, 4 h, 6 h.

Au niveau européen, le CEN TC 127 précise les critères qui sont très proches de ceux utilisés en France :

R : stabilité mécanique

E : étanchéité aux gaz chauds

I : isolation thermique

Le classement devient alors :

- Un poteau SF 1 h devient un poteau R 60
- Une porte PF h devient une porte RE 30
- Un mur CF 1 h 30 devient un mur REI 90 [10].

Conclusion:

En général nous pouvons conclure à l'issue de ce chapitre que l'étude du phénomène d'incendie en milieu professionnelle est très importante aux vues du développement statistique de que connaît les activités industrielles dans le monde, ainsi que le développement de la technologie d'une manière générale.

3.1 Présentation du logiciel de simulation PHAST

PHAST est un logiciel qui a été développé et mis à jour par DNV pour évaluer les conséquences des fuites de gaz, des incendies, des explosions, de la toxicité et des autres dangers technologiques liés à diverses industries [14].

Le logiciel Phast (Process Hazard Analysis Software Tool), est un outil complet d'analyse des risques d'une installation industrielle. Phast simule l'évolution d'un rejet accidentel d'un produit toxique et/ou inflammable, depuis la fuite initiale jusqu'à la dispersion atmosphérique en champ lointain, incluant la modélisation de l'épandage et de l'évaporation de flaque. Phast est capable de modéliser les scénarios de rejets à partir des divers termes sources (fuite sur la paroi d'un réservoir, rupture d'une canalisation, ...) qui sont ensuite combinés avec le modèle de dispersion de Phast de type intégral, appelé Unified Dispersion Model (UDM), pour obtenir par exemple : les distances de sécurité correspondant aux seuils toxiques et l'empreinte du nuage au Sol à un instant donné [15].

3.1.1 Termes sources dans PHAST

Le logiciel, commercialisé par DNV Software, est largement utilisé dans l'industrie pour l'estimation des conséquences d'accidents. Il permet de modéliser différents types de termes sources, ainsi que la dispersion du nuage.

Il existe plusieurs modèles dans Phast pour calculer les divers termes sources. Le calcul du terme source est composé de deux parties : la première partie du calcul est spécifique pour chaque terme source, elle définit les conditions de rejet jusqu'à l'orifice (pour « Leak ») ou jusqu'à la brèche sur la canalisation (pour «short pipe » et « long pipeline »). La deuxième partie du calcul est effectuée avec le modèle d'ATEX (atmosphère explosive model) qui détermine les conditions finales de rejet après l'expansion jusqu'à la pression atmosphérique.

3.1.2 Modélisation :

PHAST peut modéliser les phénomènes suivants :

- Feu chalumeau (jet fire)
- Feu de flaque (nappe)
- Feu nuage (feu flash)
- Boule de feu (Bleve)

- Modélisation des Explosions
- Modélisation des Effets Toxiques (Distance à la concentration toxique /Distance à la Dose toxique) [16].

3.1.3 Résultats de modélisation par PHAST :

Généralement les résultats sont présentés sous forme graphique, numérique (rapport), et sous forme GIS

3.2 Simulation d'une fuite de méthane dans une ligne de sortie du bac de stockage au complexe GNL2 :

Introduction :

L'analyse des conséquences est une étape indispensable dans le processus de gestion des risques. Le présent chapitre, sera consacré à l'analyse des impacts potentiels en cas d'accidents ainsi que la modélisation des effets potentiels en utilisant le logiciel phast 7.2 Le programme de calcul Phast simule la perte de confinement de la substance dangereuse (termes source : débit à la brèche, état physique du rejet, conditions de service... etc.), puis son évolution (formation d'un nuage, ...) et enfin les phénomènes dangereux associés (feu chalumeau, explosion, ...etc.) [16].

3.2.1 Analyse des conséquences :

3.2.1.1 Scénario N°1 :

- ✓ Description du scénario :

Le scénario développé dans cette section suit la chronologie suivante :

Fuite de 50 mm au niveau de la ligne de sortie du bac de stockage à une hauteur de 10 m .

- ✓ Résultat obtenue pour scénario N°1 :

➤ Dispersion :

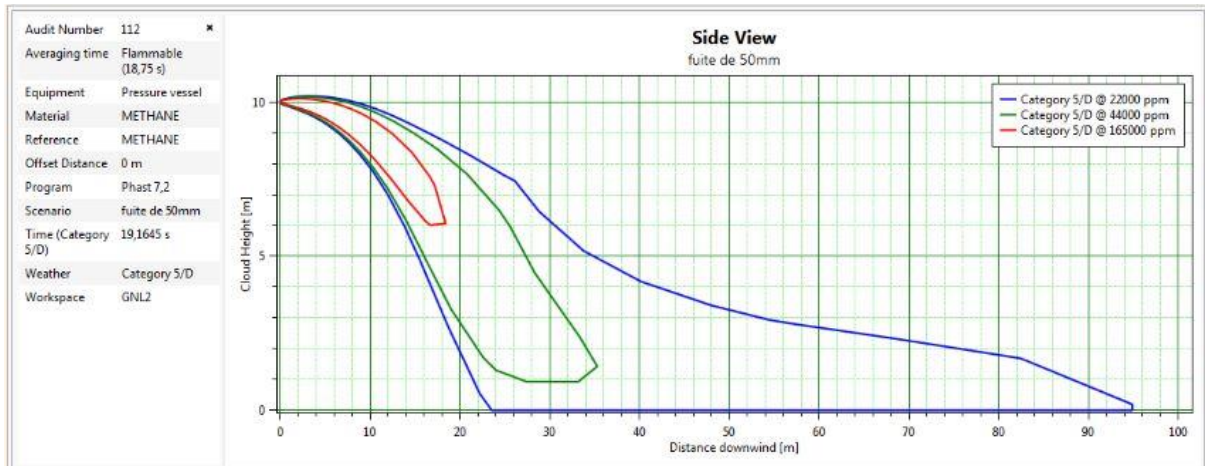


Figure 15: les zones touchées pas le nuage gazeux

➤ Jet inflammé (Jet fire) :

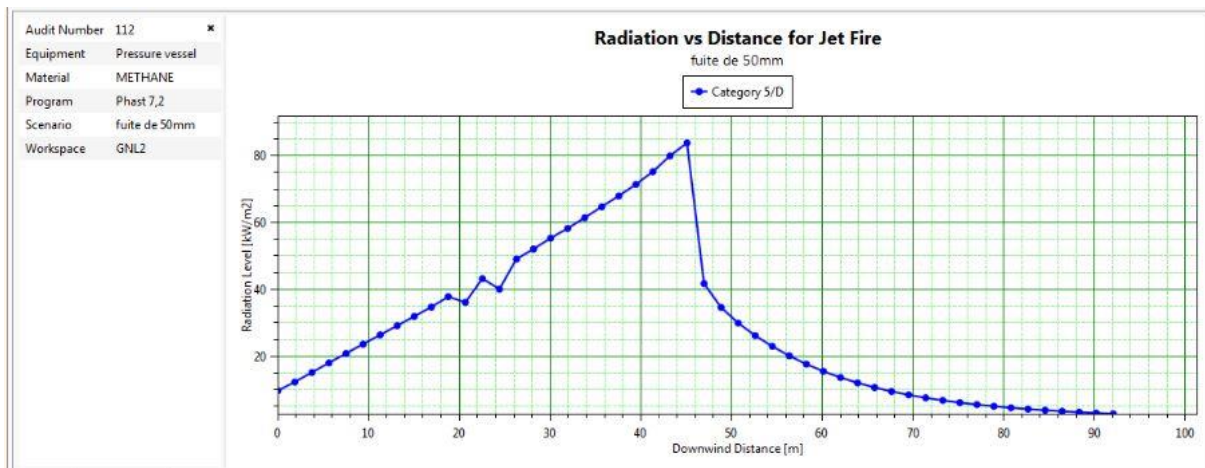


Figure 16: radiation thermique engendré par jet fire

La figure ci-dessus montre l'évaluation du niveau de radiation thermique engendré par le feu torche en fonction de la distance on remarque que les radiations thermiques atteignent 80kW/m² a une distance de 45m qui peut atteindre tous les équipements avoisinants .

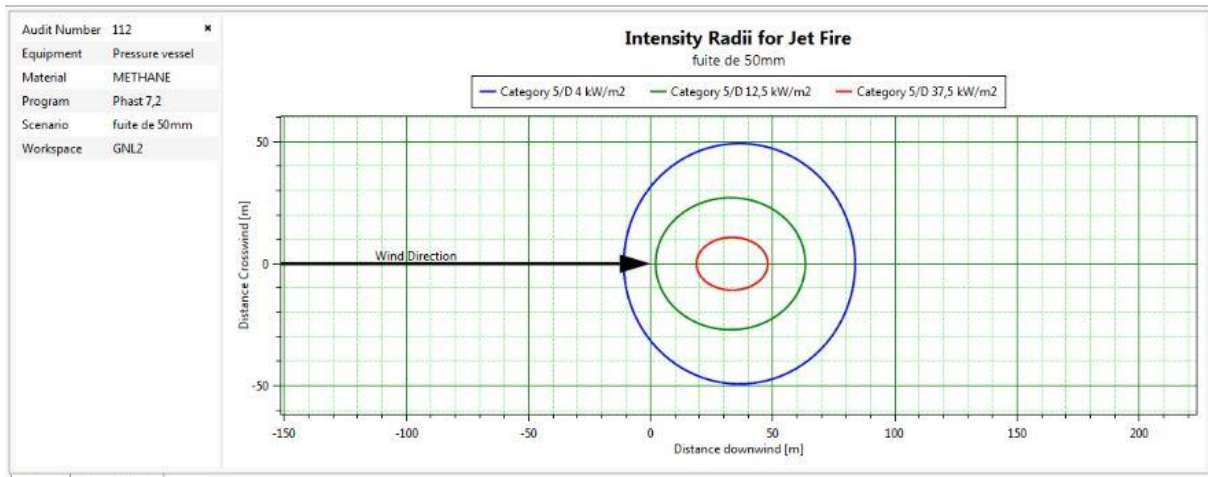


Figure 17: zone touchée par les radiations thermiques engendré par le feu torche

La figure ci-dessus montre la zone touchée par les radiations thermiques, d’après ce résultat on remarque que les radiations thermiques engendré par le feu torche atteignent une distance de 82m à partir du bac d’où il faut prévoir des mesures de sécurité à partir de cette distance.

➤ **Explosion tardive :**

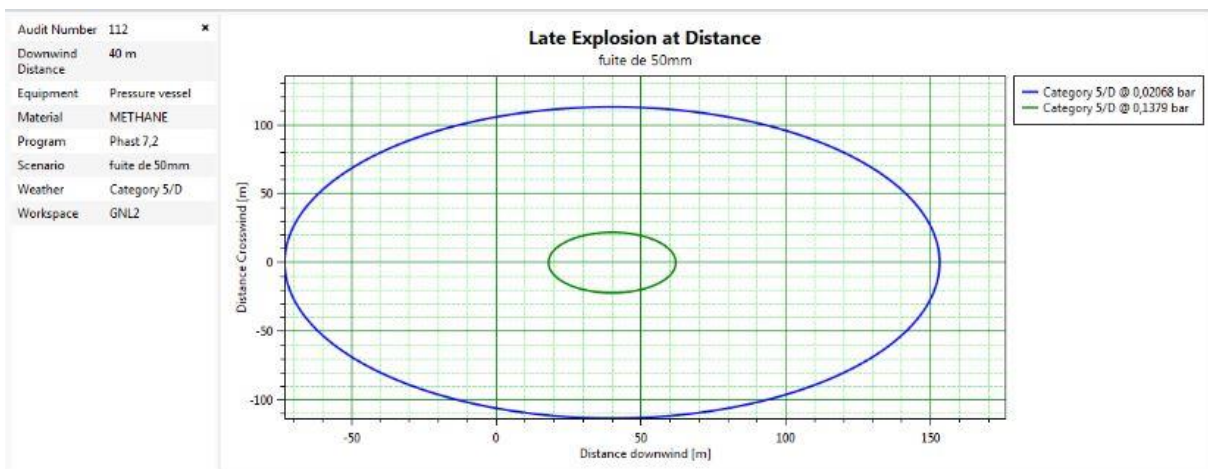


Figure 18: les zones touchées par les ondes de pression engendrées par l'explosion

La figure ci-dessus représente les zones touchées par les ondes de pression d’où il faut prévoir des mesure de sécurité au delà du cercle bleu pour une intervention sécurisé

3.2.1.2 Scénario N°2 :

✓ Description du scénario :

Le scénario développé dans cette section suit la chronologie suivante :

Une fuite d'un diamètre de 75mm au niveau de la ligne de sortie du bac de stockage à une hauteur de 10m

✓ Résultat obtenue pour scénario N°2 :

➤ Dispersion :

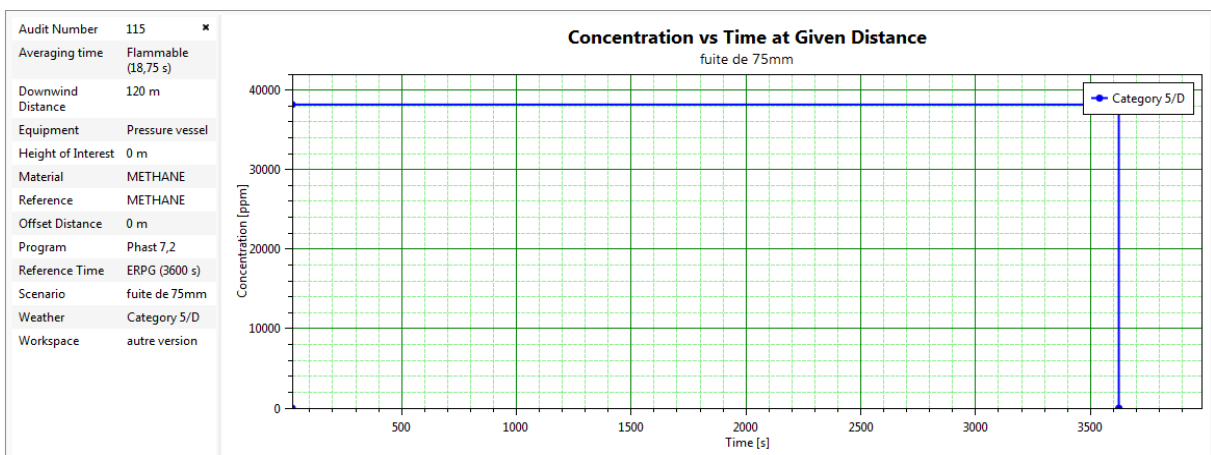


Figure 19: la concentration du polluant en ppm par rapport au distance

Ce résultat est obtenu à une distance de 120m à la source d'accident, on constate la rapidité d'augmentation de concentration de polluant à cette distance de source 38.000ppm pendant 3650 s.

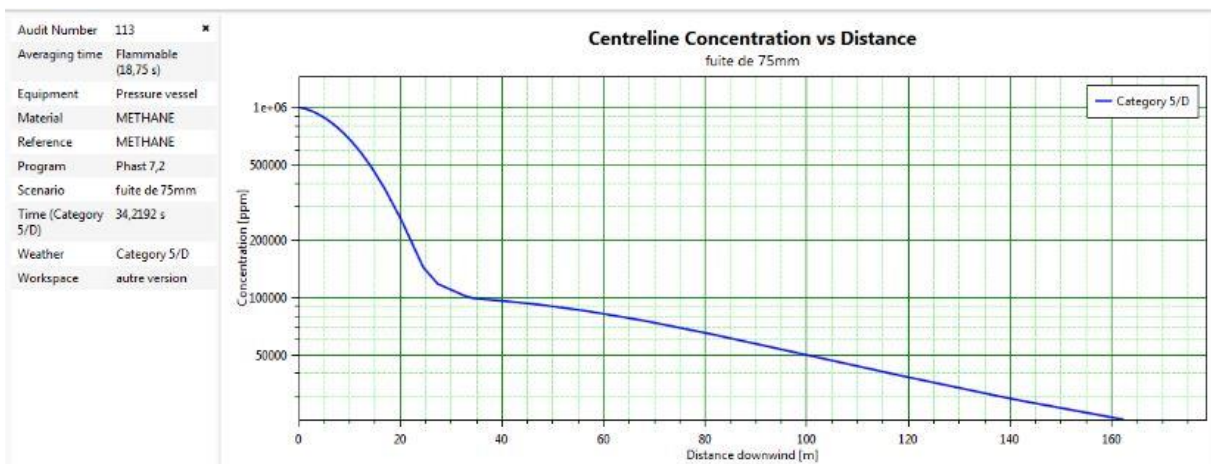


Figure 20: la concentration du polluant en ppm en fonction de la distance

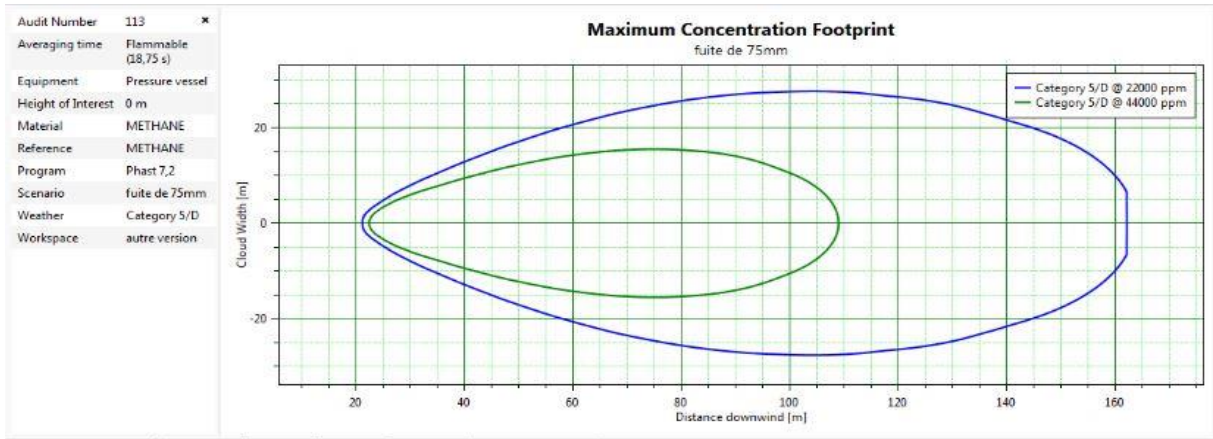


Figure 21: Maximum concentration du polluant en ppm en fonction de la distance

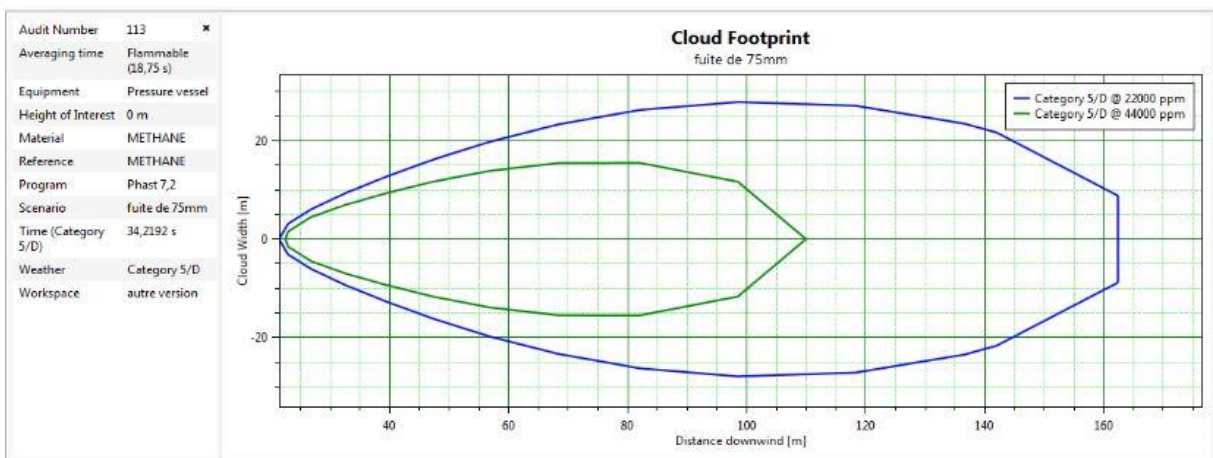


Figure 22: les zones touchées par la dispersion du nuage gazeux

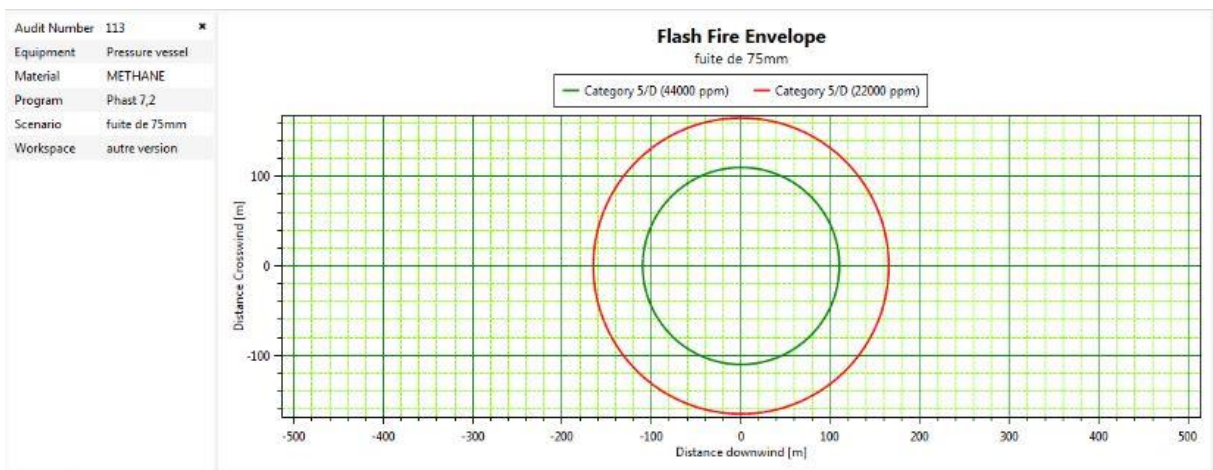


Figure 23: Effets flash fire

Le cercle vert sur la figure 4-16 représente la Limite d'Explosivité Inferieure (LIE) et le cercle rouge la Limite Explosivité Supérieure (LSE).

La distance à la LIE est estimée à un rayon d'environ 110m. Cette même distance représente également la longueur de la flamme du Flash Fire. De plus, étant donné que le Flash Fire est un phénomène très court, les effets sont limités au nuage lui-même. Ainsi, les effets à l'intérieur de la LIE auront une gravité élevée (toute personne dans cette zone pourra être considérée comme décédée) alors qu'au-delà de la distance à la LIE les effets seront considérés comme nuls

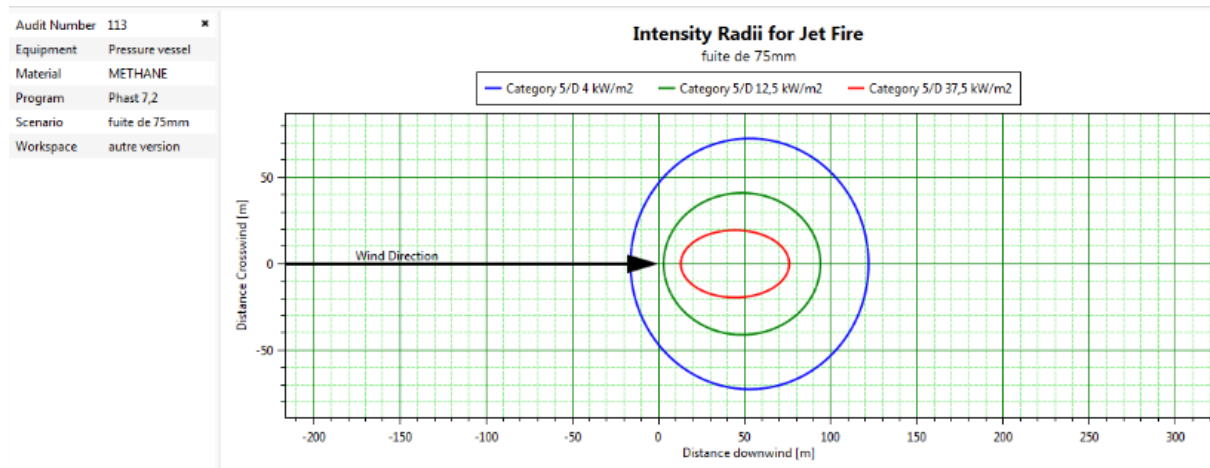


Figure 24: zone touchée par les radiations thermiques engendré par le feu torche

La figure ci-dessus montre la zone touchée par les radiations thermiques, d'après ce résultat on remarque que les radiations thermiques engendré par le feu torche atteignent une distance de 120 m à partir du bac d'où il faut prévoir des mesures de sécurité à partir de cette distance.



La figure ci-dessus montre l'évaluation du niveau de radiation thermique engendré par le feu torche en fonction de la distance on remarque que les radiations thermiques atteignent 98kW/m² a une distance de 45m qui peut atteindre tous les équipements avoisinants .

➤ **Explosion tardive:**

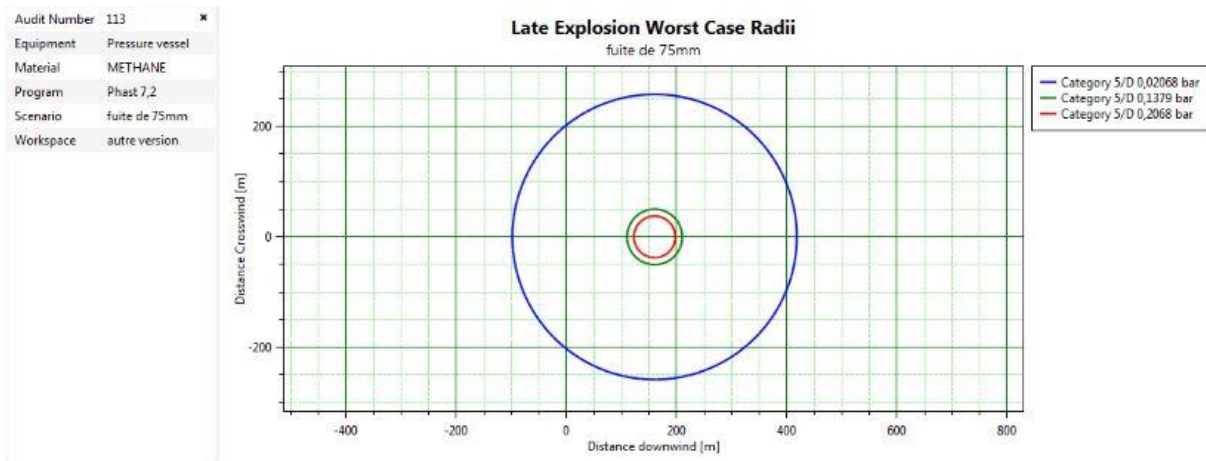


Figure 25: les effets de l'explosion

La figure ci-dessus représente les zones touchées par les ondes de pression engendrées par l'explosion.

3.2.1.3 Scénario N°3 :

✓ **Description du scenario :**

Le scénario développé dans cette section suit la chronologie suivante :

Fuite de 100 mm au niveau de la ligne de sortie du bac de stockage à une hauteur de 10m, écoulement du GNL

✓ **Résultat obtenue pour scénario N°3 :**

➤ **Dispersion :**

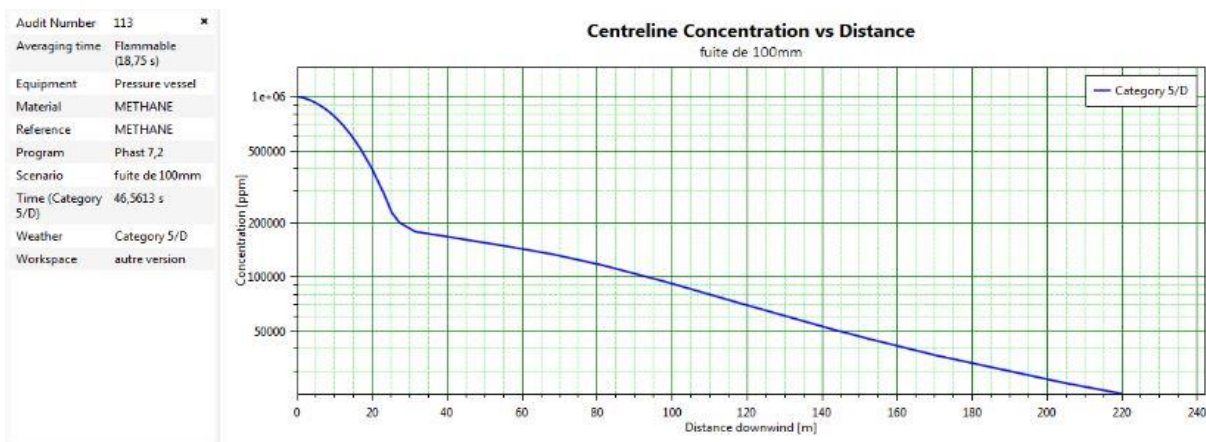


Figure 26: la concentration du polluant en ppm en fonction de la distance

La figure ci-dessus montre l'évaluation de la concentration du polluant en ppm en fonction de la distance pendant un temps de 18.75 secondes.

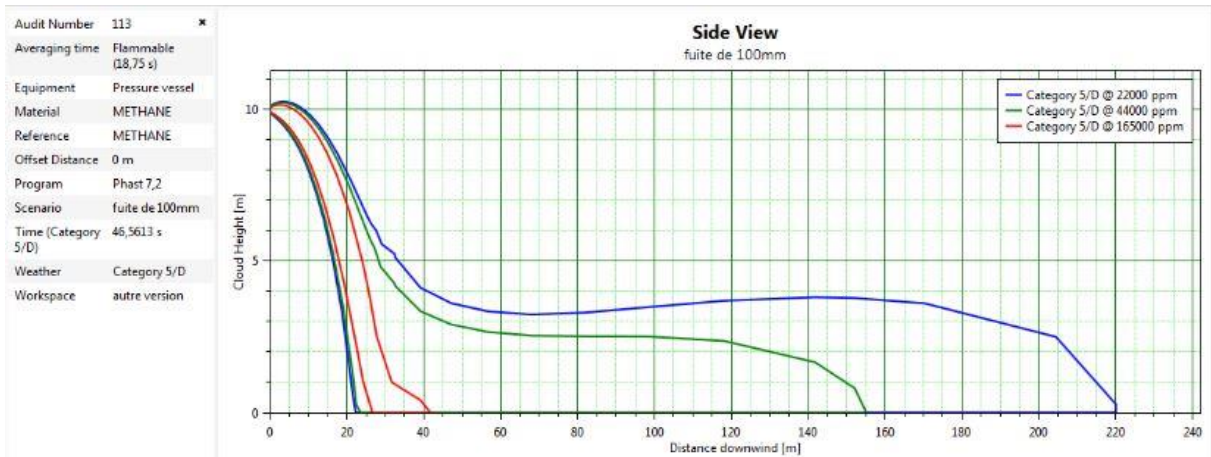


Figure 27: les zones touchées pas le nuage gazeux

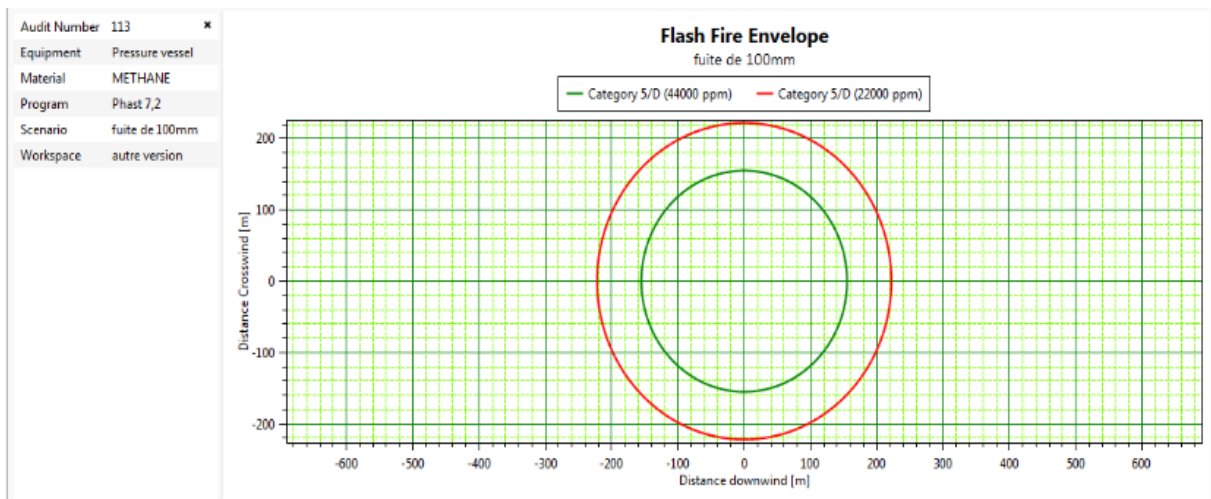


Figure 28: Effets flash fire

Le cercle vert sur la figure 4-16 représente la Limite d'Explosivité Inferieure (LIE) et le cercle rouge la Limite Explosivité Supérieure (LSE).

La distance à la LIE est estimée à un rayon d'environ 150m. Cette même distance représente également la longueur de la flamme du Flash Fire. De plus, étant donné que le Flash Fire est un phénomène très court, les effets sont limités au nuage lui-même. Ainsi, les effets à l'intérieur de la LIE auront une gravité élevée. La distance à la LSE est estimée à un rayon d'environ 220m. les effets à l'extérieur de la LSE auront une gravité négligeable.

➤ Jet inflammé (Jet fire) :

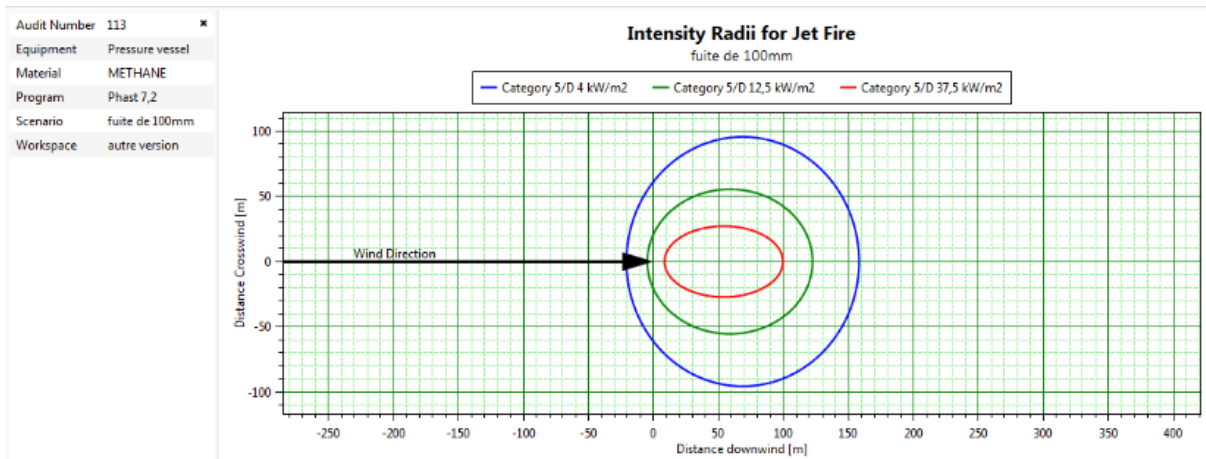


Figure 29: zone touchée par les radiations thermiques engendré par le feu torche

La figure ci-dessus montre la zone touchée par les radiations thermiques, d’après ce résultat on remarque que les radiations thermiques engendré par le feu torche atteignent une distance de 160 m à partir du bac d’où il faut prévoir des mesures de sécurité à partir de cette distance.

➤ Explosion tardive :

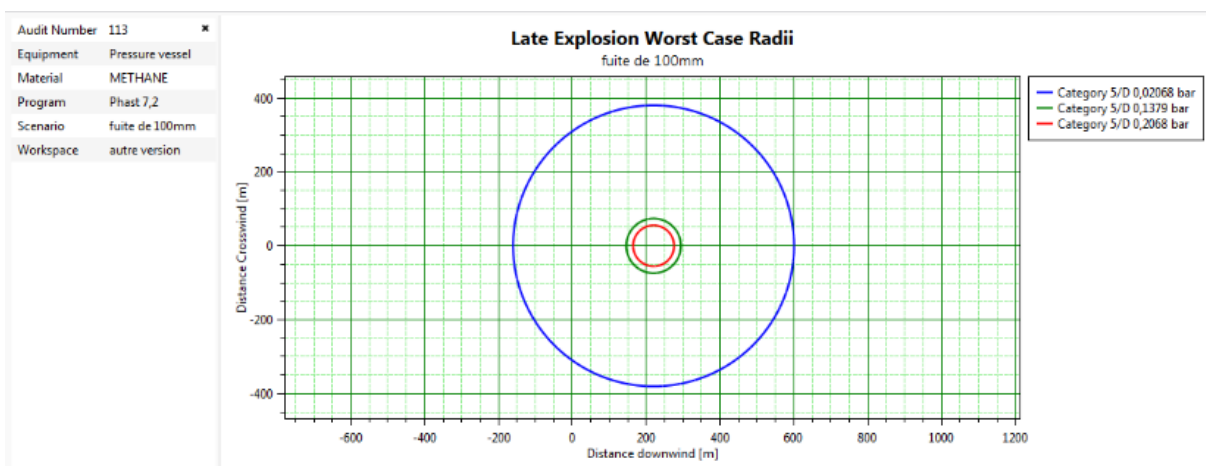


Figure 30: les effets de l'explosion

La figure ci-dessus représente les zones touchées par les ondes de pression engendrées par l’explosion qui atteinte une distance de 600 m à une fuite de 100 mm .

➤ L'explosion en GIS :



Figure 31: les effets de l'explosion sous forme GIS (vent aller du nord au sud)

3.3 Les barrières passives et actives mises en œuvre dans la prévention des incendies dans le complexe [17]:

3.3.1 Les moyens utilisés de lutte contre les incendies au sein du complexe

Organisation de la sécurité au niveau du complexe GL2/Z :

Durant la production, le traitement, et le stockage de substances inflammables tel que le gaz naturel, des gaz, et vapeurs inflammables s'échappent. Ces matières peuvent former des atmosphères explosibles avec l'oxygène de l'air lorsque celles-ci s'enflamment, elles donnent lieu à des explosions qui peuvent causer d'importants dommages aux personnes et aux biens.

Il est donc primordial de prévoir des systèmes de sécurité contre les fuites et déversements de combustibles et substances toxiques provoqués, soit par un défaut de construction des machines, tuyauteries ou récipients contenant du gaz naturel ou des produits dérivés, soit par la force de la nature, soit pas une erreur de l'opérateur.

Les systèmes de sécurité installés et mis en place sur site permettant de faire face à toute éventualité d'un phénomène dangereux (fuite, explosion, feu) et pour réduire la probabilité

D'occurrence d'un évènement majeur sont les suivants :

- Le réseau eau anti-incendie
- Le système à poudre
- Le système CO₂

- Les extincteurs
- Le système mousse
- Le système de détection et d'alarmes incendie
- Les véhicules et camions d'intervention

3.3.1.1 Description du réseau eau anti-incendie à GL2/Z :

Le réseau d'eau anti-incendie est un réseau bouclé maillé ; ayant deux direction d'alimentation et isolable parades vannes de sectionnements. Le système comporte, en cas d'incendie deux pompes principales la 2260 JAM et la 2260 JAD, l'une entraînée par moteur électrique et l'autre par moteur diesel. Chaque pompe a un débit de 2920 m³/h et une pression de 9 bars.

L'eau anti-incendie est distribuée par un réseau sous terrain encerclant les zones à protéger. Chaque boucle est sectionnée par des vannes souterraines qui installées des points stratégiques permettent le sectionnement des boucles selon la nécessité. CES boucles souterraines sont reliées au réseau souterrain du GNL I en deux endroits par des vannes, normalement fermées, situées à la limite des unités, l'une à l'angle nord-ouest et l'autre à l'angle sud-ouest. Ces deux vannes de liaison sont ouvertes par mesure d'aide mutuelle en cas d'urgence entre GNL2 et GNL1 [17].

3.3.1.2 Fonctionnement du réseau anti-incendie :

Le réseau anti-incendie est maintenu sous pression par une pompe auxiliaire « Jockey »2261J entraînée par un moteur électrique d'un débit de 125 m³ /h à la pression 7 bars, cette pompe fonctionne de façon continu afin d'assurer l'alimentation des poteaux incendie.

Les pompes de lavage 2201J-JA sont raccordées par une ligne de 6" au distributeur d'eau anti-incendie de façon à pouvoir remplacer la pompe Jockey si la pression est arrêtée ou chute momentanément dans le distributeur.

La philosophie de fonctionnement des pompes du réseau anti-incendie est la suivante :

- Si la pression dans le réseau descend en dessous de 6,2 bars pendant au moins 10secondes démarrage de la pompe de lavage 2201J-JA avec un débit additionnel de 113 m³ /h.
- Si la pression est maintenue 10 secondes en baisse le PSL 5304 démarrera automatiquement la pompe 2260 JAM. Si la pression se maintien en baisse pendant 10 secondes de plus la pompe 2260 JAD entre en service par PSL 5303.

3.3.1.3 Distribution de l'eau anti-incendie :

Le réseau de distribution de l'eau alimente les appareils de protections suivants :

- Poteaux incendie « PI » ;
- Lances monitors à balayage automatique LMBA ;
- Systèmes déluges ;
- Bâtiments à mousse 2117K/2115K ;
- Générateurs à mousse.

a. Poteaux incendie « PI » :

Le complexe GL2Z comporte 156 + 4 poteaux international Poteaux incendie équipés de 03 sorties (02 d'un diamètre de 70' et 01 de 100) et répartis de la façon suivante :

- Chaque train dispose de 12 PI (4 coté EST, 4 coté OUST ,3 côté Nord ,3 côté Sud).
- La zone utilité dispose de 11 poteaux incendies.
- Ecole de feu dispose de 07 poteaux incendies.
- ADM dispose de 20 poteaux incendies
- 46 PI répartis sur le reste du site
- Le débit du poteau incendie est de 113m³ /h.



Figure 32: poteaux

b. Lance monitors à balayage automatiques « LMBA » :

Le réseau eau incendie alimente 10 LMBA d'un débit de 272 m³/h:

- 2 LMBA pour le refroidissement du réservoir diesel de la Pompe 2260 JAD retrouvant au niveau de la pomperiez.
- 8 LMBA pour le refroidissement des bacs gazoline (4 LMBA /bac).

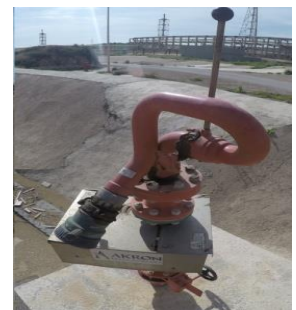


Figure 33: LMBA

c. Systèmes déluges :

- 06 demi-couronnes bac GNL (2/bas GNL) :

Le débit des demi-couronnes est de 345m³/h pour 25% et de 1135 m³/h pour 75 %.

- 02 couronnes bacs Gazoline d'un débit de 660 m³/h.
- 01 couronne pour la citerne de gasoil du moteur diesel de la pompe 2260 JAD, un débit de 113m³/h.
- Déluge d'un débit de 113m³/h pour les bâtiments suivants :

-Bâtiment mousse haut foisonnement 2115K.

-Bâtiment sous station électrique pomperiez 2102 K

-Bâtiment terminal 2101 K

Tableau 5: système déluge des bacs et bâtiments

Désignation	Localisation	Nombre
Déluges	Bâtiment 2115K	01
	Bâtiment 2102K	01
	Bâtiment 2101K	01
	Bacs 2101FA /FB/FC	03
	Pomperiez Ballon gasoil 2261F	01
	Bacs 2130 FA/B	02
LMBA	Pomperiez	02
	BAC Gazoline 2130 FA/B	04/BAC

d. Bâtiment à mousse haut foisonnement 2115K:

Les boucles souterraines alimentent le groupe de production de mousse foisonnante au bâtiment 2115K. L'émulseur et Les installations de mise en pression de la commande sont Situés dans ce dernier.



Figure 34: Bâtiment 2115K

e. Bâtiment à mousse bas foisonnement 2117K :

Le réseau d'eau anti-incendie alimente le bâtiment 2117K Avec un débit de 318m³/h pour la production de la solution Moussante.



Figure 35: Bâtiment 2117K

f. Générateurs à mousse

Les générateurs à mousse sont alimentés par une conduite d'émulseur pour la production de la mousse haut foisonnement au niveau du pied de chaque générateur.

3.3.1.4 Les Systèmes à poudres :

L'installation du système à poudres comporte d'une manière générale :

- Un ou deux réservoirs de stockage de la poudre (1*2000kg ou 2*1000kg)
- Une réserve de gaz N2 pour pressurisation du réservoir de poudre
- Un réseau de distribution
- Un ensemble de buses de projection de poudre
- Deux dévidoirs situés sur le Skid à poudre

Emplacement sur site :

Tableau 6: emplacement de système poudre sur le site

Localisation	Nombre	Description
Train (fractionnement)	01	02 réservoirs de 1000 kg de poudre chacun 08 bouteilles 02 lances à canon
Train (chaudières)	01	01 réservoir de 2000 kg de poudre 08 bouteilles 02 dévidoirs 03 lances à canon
Utilité	01	02 réservoirs de 1000 kg chacun de poudre 08 bouteilles N2 03 lances à canon 04 dévidoirs
Fosse des pompes	02	02 réservoirs de 1000 kg chacun de poudre 06 bouteilles N2 36 diffuseurs
Chaudières IHI	02	(01/chaudière) 01 Réservoir de 2000kg de poudre 06 bouteilles N2 02 dévidoirs/étage

Chaudières ABB	03	01 Réservoir de 2000kg de poudre 02 dévidoirs 4 lances à canon
Quai de chargement	02	02 réserve de poudre 04 dévidoirs tournants
Systèmes poudre au niveau des événements débat	01/ événement	02 bouteilles de 25kg de poudre chacun Pression de service 23 bar

3.3.1.5 Le système CO₂ :

Les systèmes CO₂ sont utilisés depuis des années pour éteindre des incendies de liquides inflammables, de gaz et d'équipements électriques.

Le CO₂ agit sur le feu en réduisant la quantité d'oxygène contenu dans l'air jusqu'au point où la combustion ne peut plus avoir lieu.

L'installation de CO₂ comprend les équipements suivants :

- Un stockage de CO₂ (bouteilles 67L contenant chacune 45 kg de CO₂)
- Un réseau de tuyauterie permettant d'alimenter un réseau de buse couvrant le risque

➤ Emplacement sur site :

Tableau 7: emplacement de système CO₂ sur le site [17]

Localisation	Description
Turbogénérateur	04 bouteilles CO ₂ de 68L 01 bouteille CO ₂ pilote de 1L 04 Diffuseurs
Sous station électriques des trains (Salles APM)	06 bouteilles CO ₂ de 67L
Sous stations électriques utilité (Salle APM),	04 bouteilles CO ₂ de 67L (02 primaires 02 réserves)
Sous station électrique IHI	4*12 bouteilles CO ₂ de 67L
Bâtiment terminal (Salle APM)	02 bouteilles CO ₂ de 67L (01 primaires ,01 réserves)

DCS : Salle DCS	08 bouteilles CO ₂ de 67L 12 Diffuseurs
Salle ordinateur	04 bouteilles CO ₂ de 67L 04 Diffuseurs
<u>Salle APM</u>	04 bouteilles CO ₂ de 67L 04 Diffuseurs

Ces systèmes CO₂ sont reliés à des détecteurs de fumée installés en diagonale par deux ; si 1 seul des deux détecteurs est activé, une alarme s'affiche au niveau du DCS ou voyant local et enclenche le carillon de la zone concernée. Mais si 2 d'entre eux (en diagonale) s'activent les bouteilles de CO₂ se percent automatiquement.

3.3.1.6 Les extincteurs :

Il existe deux types d'extincteurs :

- A pression auxiliaire
- A pression permanente

Les extincteurs à pression auxiliaire sont mis sous pression par l'libération d'un gaz contenu dans une cartouche auxiliaire.

Les extincteurs à pression permanente sont mis en service par simple appui sur une poignée et libération de la pression contenue sans le réservoir.

Les extincteurs à eau

Les extincteurs a poudre

Les extincteurs au (CO₂)



Figure 36: les differents types des extincteurs

3.3.1.7 Les systèmes mousses

Une mousse est un mélange hétérogène d'air et d'eau, obtenu à l'aide d'un agent émulseur.

- ❖ L'eau est amenée sous pression à l'aide d'une pompe
- ❖ L'émulseur est mélangé à l'eau
- ❖ Eau + Emulseur= Solution Moussante
- ❖ L'air, troisième élément constituant, est introduit soit à l'aide d'un générateur, soit par une ouverture qui entraîne par dépression l'air extérieur.
- ❖ Solution Moussante + Air = Mousse

Le taux de foisonnement (TF) est le rapport du volume de mousse sur le volume de solution moussante (eau + émulseur). On comprend donc que plus TF augmente, plus la mousse est légère et son volume important :

- Si $4 < TF < 20$, on obtient de mousse à bas foisonnement
- Si $20 < TF < 200$, il s'agit de mousse à moyen foisonnement
- Si $200 < TF$, il s'agit de mousse à haut foisonnement.

➤ **Emplacement sur le site :**

Tableau 8: emplacement de système mousse sur le site

Localisation	Nombre	Description
Cuvette de rétention des bacs GNL	13 à HF	4 GHF du côté sud 3 GHF de chaque côté Est, Ouest et Nord
La fosse des pompes	2 à HF	
Bac gazoline	4 à BF	

3.3.1.8 Les engins d'intervention [17]:

➤ **Camion 806 :**

Le camion 806 transport 10000 l de l'eau douce a pour but de refroidissement et éteindre les incendies. Le camion est doté d'une pompe à eau de type centrifuge cette pompe peut aspirer l'eau de la citerne ou l'eau de l'extérieur. Avec une pression de 16 bars.

➤ **Le camion 807 eau et émulseur**

Réservoir d'eau 6000 l

Réservoir d'émulseur bas foisonnement 3000 l

2 lances : 1 pour l'eau et l'autre pour la mousse

Doseur réglable 3% à 6% (bas foisonnement)

➤ **Camion anti incendie 810 nacelles Mixtes (eau et émulseur)**

Capacités : d'eau 3000 l / et 2000 émulseur

1 pompe émulseurs pour aspiration volumétrique

Un doseur qui sert à régler le pourcentage de l'émulseur, la concentration du dosage est : 0 à 6%

Pompe centrifuge à eau

Pompe hydraulique à huile.

➤ **Camion anti incendie 811 à poudre**

1500/2*750 Kg (Totale de 3000 kg de poudre)

2 réservoirs de poudre de 750 kg

1 réservoir de 1500 kg de poudre

10 bouteilles d'azote :

- 5 bouteilles pour les deux réservoirs de 750 kg
- 5 bouteilles pour le réservoir de 1500 kg

➤ **Camion 808**

Le véhicule anti-incendie 808 à poudre est conçu pour combattre le feu

3 réservoirs de poudre : un de 3000 kg poudre

Deux de 750kg poudre. Chaque réservoir de 750 kg de poudre a 2 bouteilles d'azote avec chacune a une pression de 150bars pour une opération de : (percussion, brassage et dé tassage) Et six bouteilles d'azote pour le réservoir de 3000kg poudrent.

➤ **Véhicule PS (premier secours)**

Ce véhicule est armé par un système de sécurité à poudre

2 dévidoirs

1 réservoir de 150kg de poudre

3 bouteilles d'azote (1 /3 starter)

➤ **Ambulance I 36 /I 37** : avec tout matérielles

3.3.1.9 Le système de détection et d'alarmes incendie :

Un système de détection et d'alarmes incendie est installé sur le site ayant pour but de déceler automatiquement toute fuite ou feu et d'avertir le personnel, permettant ainsi de prévenir tout risque de danger, il comporte les appareils suivant :

- Détecteurs de gaz « AIT, GC »
- Détecteurs haute température « HTD »
- Détecteurs basse température « LTD »
- Détecteurs de flamme « FD »
- Détecteurs de fumée « SD », sirène et boites alarmes (PULL-BOX) .

➤ **Emplacement sur le site :****Tableau 9: emplacement du système de détection et d'alarmes incendie [17]**

Localisation	AIT	SD	FD	HTD	LTD	Pull-Box
Train	30	/	/	/	3	8
Utilité	5	/	/	6	/	4
Fosse des Pompes	6	/	4	7	14	4
Salle de contrôle (201K, 401K, 601K)	2	21	3	1	/	7
Salle de contrôle Utilité 2070K	2	35	9	1	/	7
Sous station électrique terminal 2130K	/	4	/	/	/	1
Sous station IHI 801K	2	40	8	/	/	/
Sous station électrique 2102K Fosse des Pompes	16	6	4	8	13	2
Salle de contrôle terminal 2101K	2	19	3	1	/	7
Battement 2200K Pompeii	/	2	/	/	/	1
Bac GNL	8	/	3	2	09	1
Bac gazoline	/	/	/	2	/	2
Chaudières ABB	10	/	/	/	/	2
Chaudières IHI	22	/	3	/	/	5
Quai de chargement	4	2	2	/	/	4

3.4 Les missions et les prérogatives du personnel chargé de la sécurité ,notamment dans le cadre de la lutte contre de tels événements indésirables et redoutés [4]:

Les missions de chaque service sont réparties comme décrit ci-dessous.

3.4.1 MISSIONS DU SERVICE PREVENTION

3.4.1.1 Section Contrôle :

- Veiller à la sécurité des employés, des installations et de l'environnement,
- Contrôler le bon déroulement des travaux à travers le référentiel du permis de travail,
- Effectuer des inspections préventives dans la zone exploitation & bâtiments administratifs

3.4.1.2 Section Animation :

- Sensibiliser toute personne étrangère au complexe sur les risques encourus,
- Sensibiliser les employés sur les risques que présentent leurs tâches,
- Etablir les différentes statistiques du département.

3.4.2 MISSIONS DU SERVICE INTERVENTION

3.4.2.1 Section Equipements :

- Veiller à la disponibilité des équipements à travers :
- Les tests périodiques des équipements de sécurité,
- L'entretien et la maintenance de ces équipements,
- Le réseau incendie, skids à poudre, extincteurs...

3.4.2.2 Section Intervention :

- Intervenir pour la maîtrise des incidents,
- Evacuer les blessés et effectuer des exercices et simulations,
- Effectuer les tests équipements programmés,
- Entretenir les engins d'intervention,
- Développer de nouvelles techniques et stratégie d'intervention.

3.4.3 MISSIONS DU SERVICE SURVEILLANCE

- Assister le service Prévention dans le contrôle des travaux,
- Effectuer des rondes afin de déceler toute anomalie,
- Veiller au respect des consignes de sécurité.

Conclusion

La modélisation des conséquences escomptées des trois fuites au niveau de la ligne de la sortie de bac de stockage, nous a permis d'élargir notre vision concernant les dommages encourus.

Cela nous a conduit à constater, que les conséquences seraient catastrophiques et cela pourrait entraîner l'endommagement de plusieurs équipements avoisinants (effets dominos), présentant eux même des dangers potentiels pouvant mener à des risques majeurs ; exemple : la présence du bac de gazoline situé à quelque mètre du bac de stockage empêche que les effets engendrés par le premier scénario sont moins significatifs par rapport les deux autres.

La présence de plusieurs sources d'inflammation autour du bac de stockage (annexe E) facilite l'apparition et la propagation de ces phénomènes.

De plus, les effets de surpression ainsi que ceux des radiations thermiques peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres, et affecte les autres complexes avoisinants (GP1Z, GL3Z,) [4].

Les résultats obtenus, nous ont également montré que les effets de l'explosion et des radiation thermique pouvaient impacter l'ensemble des bâtiments présents sur le site (sales de contrôles, départements, administrations...) et mener ainsi à des blessures sévères ou même à la perte de plusieurs vies humaines, tels-que les opérateurs présents sur le site au moment de l'accident.

Conclusion générale:

Notre participation au niveau du GL2/Z nous a permis d'avoir une idée globale, concernant le domaine industriel comme, sécurité et environnement.

Durant toute la période de cette formation nous avons acquis une expérience bénéfique sur l'ensemble du complexe et cela grâce à la disponibilité de la documentation ainsi les employeurs du site, avec ces derniers on a pu approfondir nos connaissances.

Pratiquement cette formation nous a aidé à comprendre et étudier les moyens de sécurité en générale HSE comme par exemple Ergonomie, travail posté, environnement.

Il ressort de la présente étude de dangers que si, malgré tout, des accidents sont susceptibles de se produire sur le complexe, les mesures mises en place, tant en termes de prévention, de détection et de limitation des conséquences, permettent d'assurer un niveau de maîtrise des risques qui correspond aux standards internationaux (reposant à la fois sur la probabilité d'occurrence et sur la gravité des conséquences) vis-à-vis de l'activité exploitant pour la majorité des installations.

Les sections fonctionnelles suivantes sont placées en cas « NON » dans la matrice de criticité retenue par la Sonatrach :

- section boucle propane,
- section boucle MCR,
- section cryogénéisation,
- section expédition GNL,
- section expédition Gazoline.

Concernant les sections process (train de liquéfaction), la mise en sécurité automatique sur détection gaz permettrait un gain de temps considérable pour la sécurisation des installations.

Concernant la section boucle propane en particulier, la mise en place de clapets limiteurs de débit sur les capacités de la boucle propane (en cas de sur débit, le clapet se ferme automatiquement) permettrait également de renforcer le niveau de maîtrise des risques.

A contrario, il est recommandé de supprimer les clapets Daniel implantés en aval des soupapes canalisées vers le réseau de torches. Ce type de clapet a pour but d'assurer une protection des opérateurs en cas de retour de gaz pendant une intervention en amont.

L'étanchéité d'un clapet ne peut pas être facilement vérifiée. Il s'agit donc d'une sécurité illusoire comparativement à un système de platinage pendant travaux. De plus, le blocage fermé de ce clapet (difficilement contrôlable) se traduit par la perte d'une fonction de sécurité fondamentale qui est l'évacuation maîtrisée d'une surpression amont. Cette défaillance rend alors inopérante la protection apportée par des soupapes de sécurité.

Concernant l'expédition GNL, l'installation de bras à déconnexion rapide limiterait fortement la fuite en cas de casse d'un bras.

Concernant l'expédition Gazoline, une réfection complète des tuyauteries est préconisée.

La gravité importante est liée à l'historique et l'augmentation de l'urbanisation à proximité du complexe depuis la mise en service des installations. Les axes de réflexion sont la maîtrise de l'urbanisation et à terme la réduction notamment dans les zones d'aléas les plus forts.

De manière générale, les analyses de risques confirment la nécessité d'une structuration de la maintenance des installations :

- rédiger les procédures manquantes.
- faire respecter les procédures existantes notamment pour les phases de démarrage.
- application rigoureuse du plan d'inspection.

Bibliographie

- [01] : :Kerkoursihem, essai d'analyse de l'ampleur de l'impact des risques industriels du secteur pétrolier sur la santé et l'environnement en Algérie : cas de la wilaya de bejaia, mémoire de magister, université Abderrahmane Mira de Bejaia, 2010-211.
- [02] : ZAIDI Yazid, analyse du risque incendie (cas unité Ammoniac- FERTIAL), mémoire de master, université Badji Mokhtar, Annaba, 2014.
- [03] : L. BRAZIER , ETUDE DE DANGERS SONATRACH AVAL Complexe GL2Z ,Dec 2010
- [04] : L. BRAZIER , ETUDE DE DANGERS SONATRACH AVAL Complexe GL2Z version 2 vérifié par X. TOUFFUT , 2011
- [05] : Abdelilah CHAMI, rapport de stage Gl2z 2019
- [06] : Morgan DARMON Traité Pratique de sécurité incendie 14e édition CNPP Avril 2016.
- [07] : Stéphane, P. (2021, juillet). *demarche-prevention-risque-incendie*. Récupéré sur Inrs: <https://www.inrs.fr/risques/incendie-lieu-travail/demarche-prevention-risque-incendie.html>
- [08] : : PFE Etude du risque d'incendie en milieu professionnel (Unité Ammoniac FERTIAL Annaba) Par BOUROUBA Charaf eddine , KHALFET Houdheifa 2019/ Annaba.
- [09] : SECURITE DES LIEUX DE TRAVAIL || Sécurité incendie / 11/03/2021. Récupéré sur preventica: <https://www.preventica.com/info-organisation-prevention.php>
- [10] : Jean-Michel d'HOOP Techniques de l'Ingénieur, traité L'entreprise industrielle sécurité incendie bâtiment 2011.
- [11] : STANDARDS safer opération, guide pédagogique et fiche technique : sécurité incendie.
- [12] : inrs.fr, mots clés : les sources d'incendie, consulté : Février 2019 <http://www.inrs.fr/risques/incendie-lieu-travail/demarche-prevention-risque-incendie.html>
- [13] : Formation SSIAP1, ISCG entreprise.
- [14] : Process Hazard Analysis Software de Dnv site web : <https://www.dnv.com/software/services/phast/index.html>
- [15] : PFE Magister MODELISATION ET SIMULATION NUMERIQUE POUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DE POLLUANT Par TOUAHAR Bachir,2013/ Batna.
- [16] : PFE Elaboration d'une méthodologie d'évaluation des risques au niveau de GL3/Z. Par Zagaye Asmaa Mama, Ouazzane Chahinez 2019/ oran.
- [17] : Plan d'Intervention Interne Sonatrach aval Complexe GL2Z.

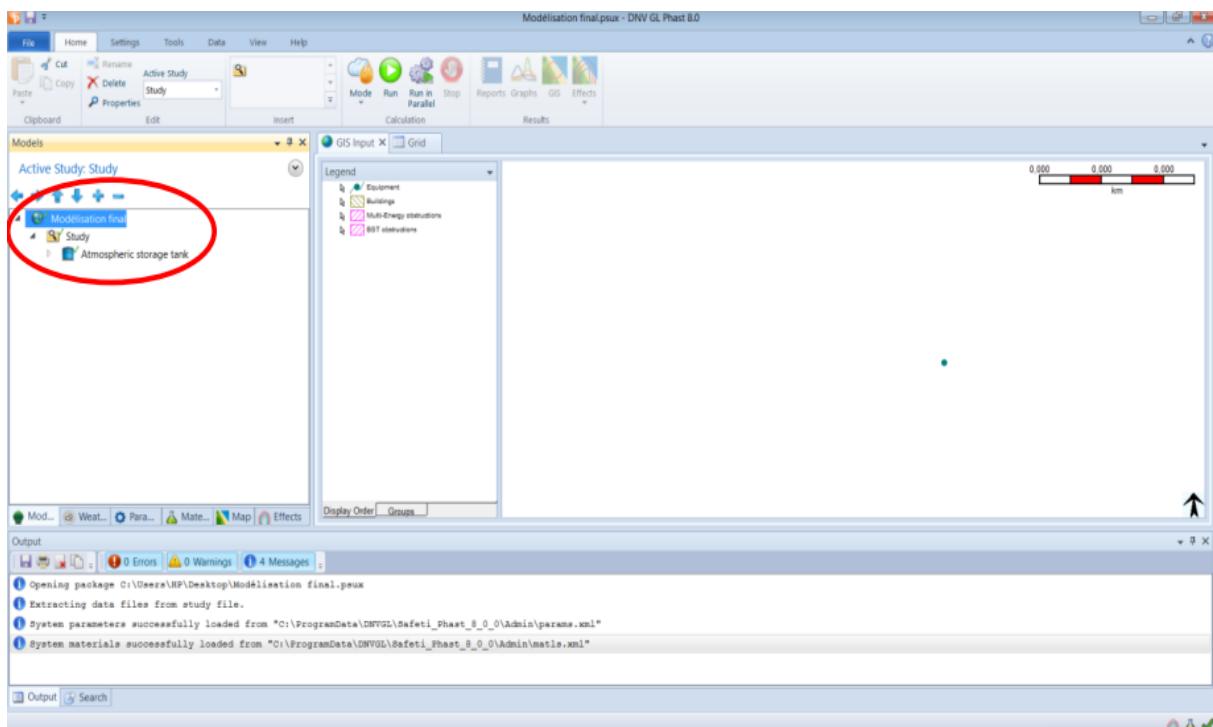
Annexe

Logiciel utilisé :

Logiciel PHAST :

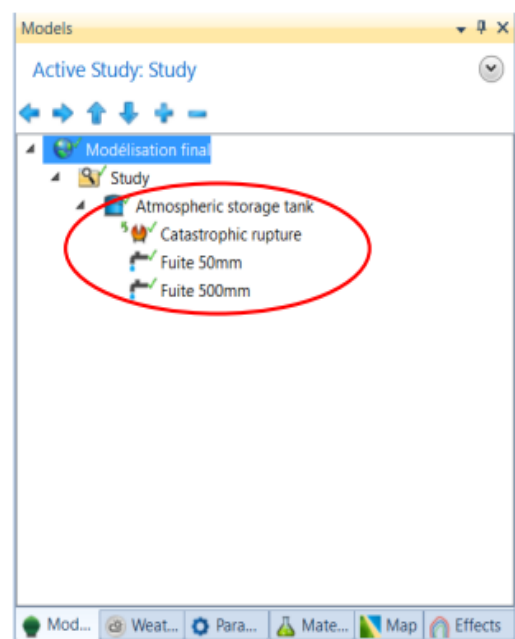
Définition des scénarios et de la simulation Pour introduire un model il faut suivre les étapes suivantes :

- Introduire un modèle general



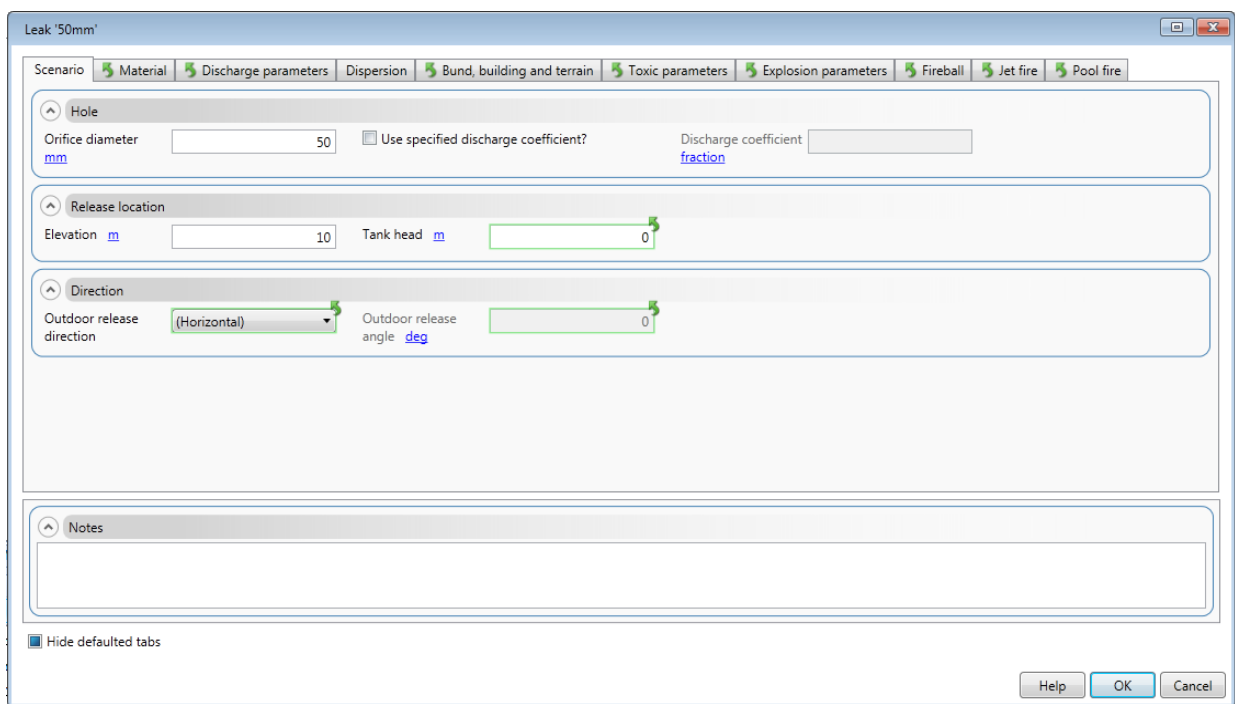
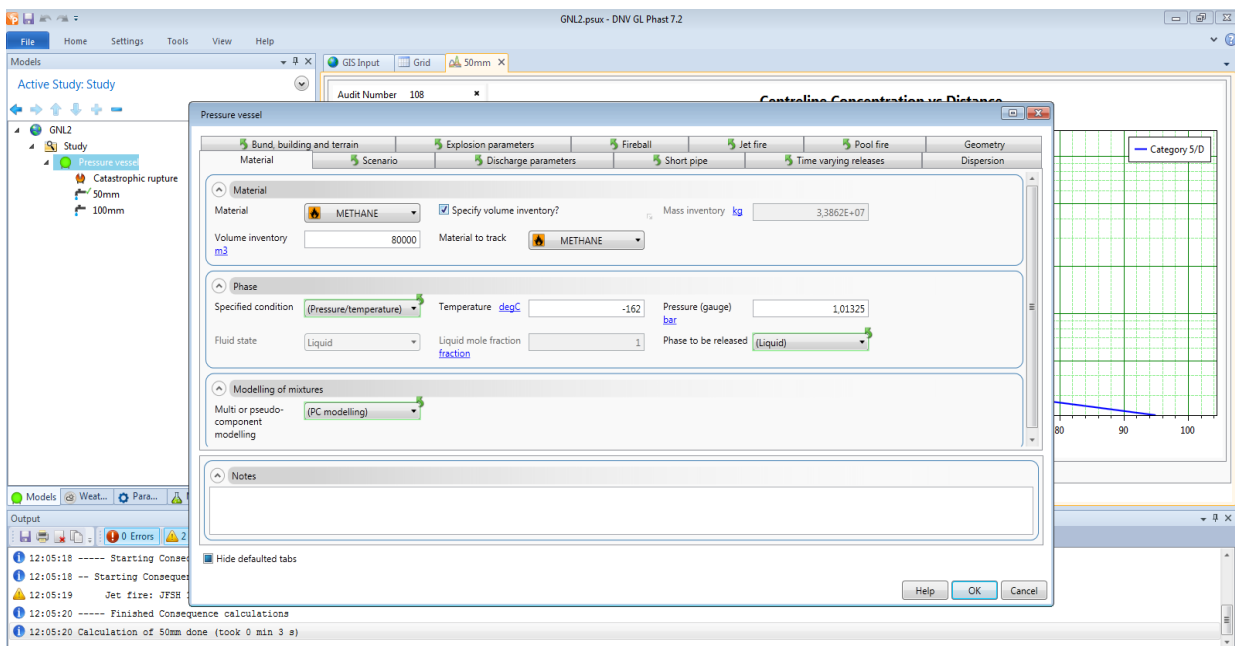
- Différents types de scénarios

(rupture catastrophique, fuite, rupture ligne,...)

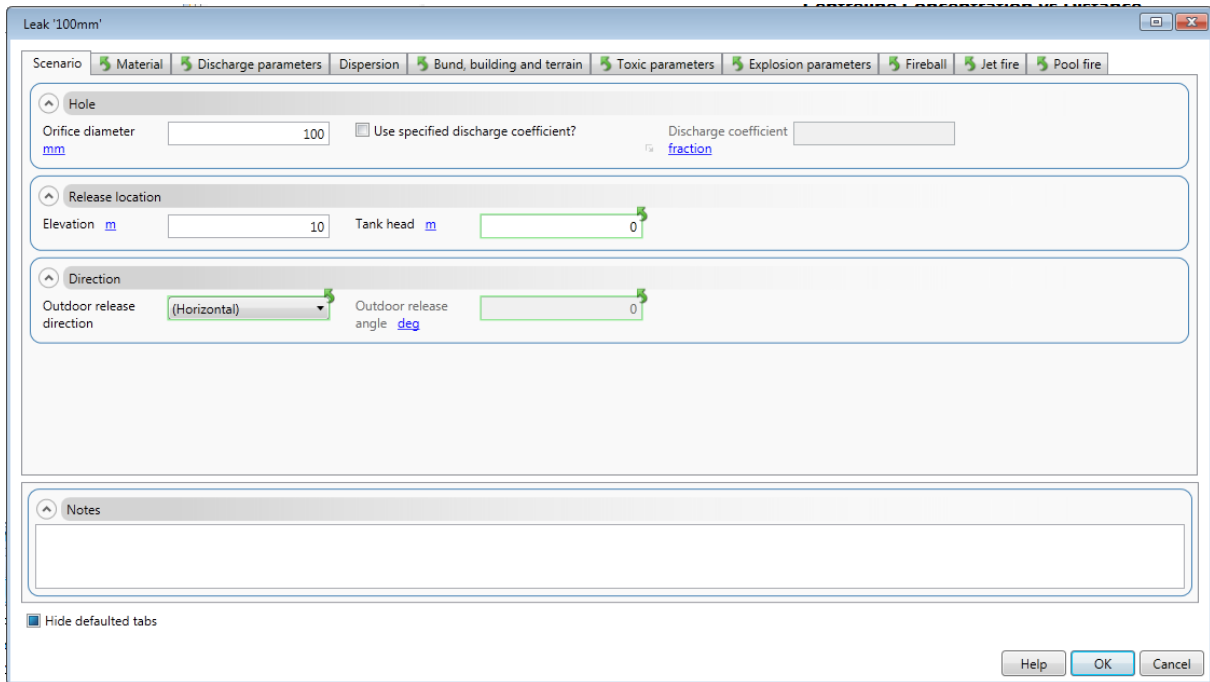


Annexe

- Caractéristiques des modèles généraux
- Données importantes (Onglets)



Annexe



- Influence des données
- Paramètres de procédé
- Introduire un modèle général dans l'onglet 'Modèle'

Comment insérer une photo sur le logiciel phast ?

