



École Nationale Polytechnique

Filière QHSE-GRI

Mémoire de master en QHSE-GRI

Simulation avec le logiciel PHAST des effets d'explosion au niveau du poste gaz
de la centrale électrique TG de TIARET

M^{lle}. AMINA DJELDJEL

Sous la direction de M^r. ABOUBAKR KERTOUS

Présenté et soutenue publiquement le (13/06/2016)

Composition du Jury :

Président	M ^{me} . SALIHA ZEBOU DJ	Professeur ENP
Rapporteur/ Promoteur	M ^r . ABOUBAKR KERTOUS	Enseignant ENP
Examineur 1	M ^{me} . NASSIBA OUSSEDIK	Enseignant ENP
Examineur 2	M ^r . FARID LEGUEBEDJ	Enseignant ENP
Examineur 3	M ^r . HAKIM ACHOUR	Enseignant ENP



École Nationale Polytechnique

Filière QHSE-GRI

Mémoire de master en QHSE-GRI

Simulation avec le logiciel PHAST des effets d'explosion au niveau du poste gaz
de la centrale électrique TG de TIARET

M^{elle}. AMINA DJELDJEL

Sous la direction de M^r. ABOUBAKR KERTOUS

Présenté et soutenue publiquement le (13/06/2016)

Composition du Jury :

Président	M ^{me} . SALIHA ZEBOU DJ	Professeur ENP
Rapporteur/ Promoteur	M ^r . ABOUBAKR KERTOUS	Enseignant ENP
Examineur 1	M ^{me} . NASSIBA OUSSEDIK	Enseignant ENP
Examineur 2	M ^r . FARID LEGUEBEDJ	Enseignant ENP
Examineur 3	M ^r . HAKIM ACHOUR	Enseignant ENP

Dédicaces

À mes chers parents,

À mes sœurs : Meriem et Nour el Houda,

À tous mes proches,

À tous mes amis,

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adresse tout d'abord à mes encadreurs, Messieurs A.KERTOUS et M.DAHMANI, respectivement Enseignant à l'ENP et Responsable HSE de la centrale électrique de Tiaret, pour leurs suivis, aide et disponibilités tout au long de ce travail.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à Madame S.ZEBOUDJ, Professeur à l'ENP et responsable de la filière QHSE-GRI, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider le jury de soutenance.

Je remercie également les membres du jury, Madame N. OUSSEDIK et Monsieur F. LEGUEBEDJ, Enseignants à l'ENP, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'examiner mon modeste travail.

Mes remerciements vont également aux employés de la centrale électrique de Tiaret, à leur tête Messieurs: D.MIHOUB et A.GRAICHI, pour leur entière disponibilité, ainsi que leurs conseils tout au long du projet.

J'exprime ma profonde gratitude à mes parents et mes sœurs, pour ces longues années de soutien inconditionnel.

Enfin mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ملخص

تشكل محطة الغاز خطر عالي ، لهذا الغرض قمنا بنمذجة آثار انفجار باستعمال أداة محاكاة PHAST على محطة وقود ألتوم بتيارت لروية آثار الضغوط والتأثيرات الحرارية وتفسير النتائج.

كلمات البحث:

PHAST، محطة الغاز ، الانفجار، تأثيرات الضغط الزائد، التأثيرات الحرارية، المسافة الآمنة.

Abstract

The gas station constitutes a high-risk item, for this purpose we applied the PHAST simulation tool on the gas station in the plant of TIARET to see pressure effects and the thermal effects and interpret the results.

Keywords:

PHAST, gas station, explosion, blast overpressure effects, thermal effects, safe distance.

Résumé

Le poste gaz constitue un point à haut risque, à cet effet nous avons appliqué l'outil de simulation PHAST sur le poste gaz de la centrale de TIARET pour voir les effets de surpression ainsi que les effets thermiques puis interpréter les résultats.

Mots clés :

PHAST, poste gaz, explosion, effets de surpression, effets thermiques, distance de sécurité.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES V	
LISTE DES TABLEAUX	
INTRODUCTION GENERALE	8
PREMIERE PARTIE Présentation du champ d'étude	9
INTRODUCTION	10
1. Organisation générale de l'établissement	10
2. Implantation.....	10
2.1 . Centrale FIAT.....	11
1.2 . Centrale ALSTHOM	11
3. Le gaz naturel	12
4. Principe de fonctionnement d'une tranche de production	13
5. Poste gaz ALSTHOM.....	14
6. Risque d'explosion	17
DEUXIEME PARTIE Application du logiciel PHAST	19
1. Présentation du logiciel de simulation PHAST	20
2. Différents types de modélisation	21
2. 1. Modélisation des feux et des radiations thermiques	21
2. 2. Modélisation des explosions.....	21
2. 2. 1. TNT equivalent (Trinitrotoluène ou tolite).....	21
2. 2. 2. Multi-Energy	22
2. 2. 3. Baker-Strehlow	22
2. 3. Modélisation des effets toxiques	23
3. Application du logiciel PHAST.....	23
3. 1. Conditions météorologiques	23
3. 2. Scénarios retenus	23
3. 3. Scénarios N°1	24
3. 3. 1. Résultat sur la Cartographie	24
3. 3. 1. Modélisation des effets de surpression.....	26
3. 3. 2. Modélisation des effets thermiques	26
3. 4. Scénarios N°2.....	27
3. 4. 1. Résultat sur la Cartographie	27
CONCLUSION GENERALE	29
BIBLIOGRAPHIE	30
ANNEXES	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1. 1 : Schéma bloc simplifié du poste gaz ALSTHOM.....	16
Figure 2. 1 : Le site de l'entreprise.....	24
Figure 2. 2 : Effets de surpression sur la carte.....	25
Figure 2. 3:Les zones touchées par les ondes de pression.....	26
Figure 2. 4 : Les zones touchées par les radiations thermiques.....	26
Figure 2. 5: Effets d'une explosion pendant l'hiver	27
Figure 2. 6 : Effets d'une explosion pendant l'été.....	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. 1 : Les caractéristiques du gaz naturel (Méthane)	12
Tableau 1. 2 : Effets des ondes de pression générées par une explosion.....	18
Tableau 2. 1 : Scénarios choisis.....	23
Tableau 2. 2 : Hypothèses retenues	24
Tableau 2. 3 : Effets de surpressions	25
Tableau 2. 4 : Effets thermiques.....	25

INTRODUCTION GENERALE

L'accidentologie récente rappelle constamment la nécessité de prendre en compte le risque technologique lié à l'exploitation industrielle. Parmi les accidents envisageables, le phénomène d'explosion, qui peut être défini par une libération soudaine d'énergie, plus ou moins maîtrisée. Il est donc considéré comme un phénomène dangereux à cinétique rapide au sens de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Il se manifeste principalement par la propagation, à grande vitesse, d'une onde de surpression communément appelée « souffle », mais aussi par la présence d'une boule de feu de courte durée.

Le phénomène d'explosion de gaz peut être particulièrement dévastateur et doit donc être modélisé.

Mon projet de master intitulé « Modélisation avec le PHAST des effets d'explosion au niveau du poste gaz de la centrale électrique de TIARET », a pour but de :

- Définir les zones d'effets pour l'évaluation et la modélisation des phénomènes dangereux.
- Aider à déterminer les zones agglomérées qui sont susceptibles d'être touchées lors d'une explosion
- Aider à améliorer les systèmes de détection et les systèmes d'intervention.

En premier lieu une présentation du champ d'étude et du risque d'explosion a été établie puis l'application du logiciel PHAST a été réalisé.

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION DU CHAMP

D'ETUDE

INTRODUCTION

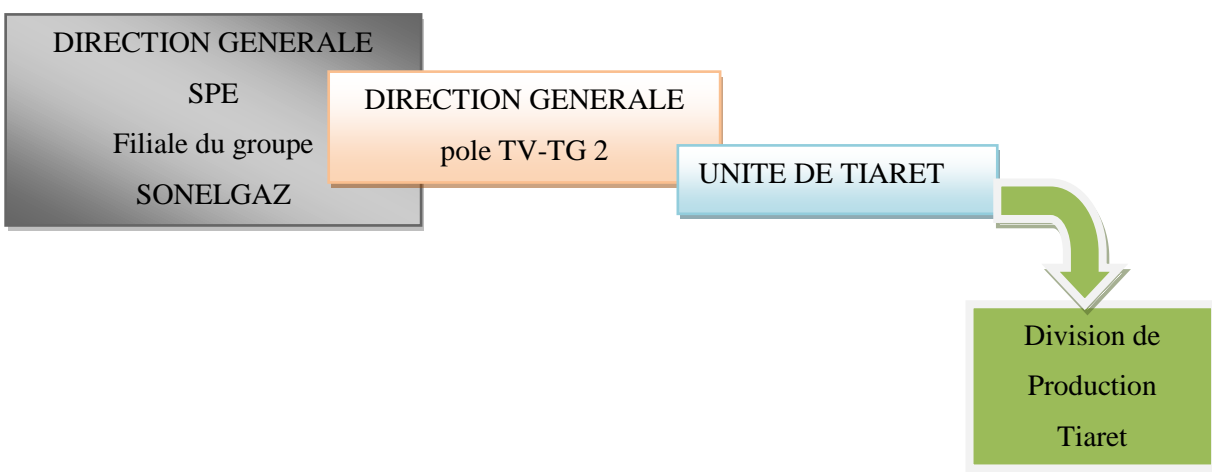
Notre champ d'étude se situe dans le poste gaz ALSTHOM.

Nous commencerons par présenter la centrale électrique turbine à gaz de TIARET puis nous expliquerons le processus de production d'électricité, les différents skid du poste gaz ainsi que le risque d'explosion.

1. Organisation générale de l'établissement

La Centrale est une Division de Production de l'unité de Tiaret, cette unité est affiliée au pôle TG-TV centre (pôle de production de SONELGAZ Production Electricité filiale de SONELGAZ).

L'organigramme ci-après donne la position hiérarchique de l'entité.



Le siège de l'unité s'occupe de la gestion administrative et technique de l'unité tandis que la division s'occupe de l'exploitation des groupes et la production de l'énergie électrique.

2. Implantation

La centrale de TIARET est une usine de production d'énergie électrique. Elle est entourée par des terrains agricoles et un terrain vague. Elle est implantée à 3 Km de la protection civile et du groupement de la gendarmerie Nationale et à 07 Km du centre de la ville de TIARET, s'étalant sur un espace de 4 hectares. Sa capacité de production est de 404 MW divisée en deux groupes de Turboalternateurs FIAT et ALSTHOM utilisant le Gaz Naturel comme combustible.

Le rôle principal de la centrale est de produire de l'énergie électrique à partir de la combustion du gaz naturel. Elle alimente avec d'autres centrales en parallèles, un réseau national interconnecté qui part de l'Est à l'Ouest. L'exploitation de ce réseau est assuré par le dispatching, situé au niveau d'Alger, de la charge avec en moyenne une tension de 220 kV et une fréquence de 59 Hz (puissance de réseau national est 5000 MW)

2.1 . Centrale FIAT

Elle comporte quatre Groupes de puissance de 26 MW chacun.

Chaque groupe est constitué de :

- 1 turbine à gaz du type TG20B2,
- 1 moteur de lancement,
- 1 coupleur hydraulique,
- 1 vireur,
- 1 pompe axillaire de graissage,
- 1 bac à huile de graissage de 8000 litres
- 1 alternateur,
- 1 excitatrice,
- 1 réducteur de vitesse.

1.2 . Centrale ALSTHOM

Elle comporte trois Groupes de puissance de 100 MW et ont été montés par la compagnie française ALSTHOM.

Chaque groupe est constitué de :

- 1 turbine à gaz du type TG9001E,
- 1 moteur virage,
- 1 pompe axillaire de graissage,
- 1 pompe de secours,
- 1 pompe haute pression,
- 2 pompes de circulation d'eau de refroidissement d'huile,
- 2 pompes de circulation d'eau de refroidissement alternateur,
- 2 ventilateurs,
- 1 dispositif de démarrage (un moteur de lancement, un convertisseur de couple et un réducteur des auxiliaires
- 1 bac à huile de graissage de 12000 litres,
- 1 bache de reprise de 6000 litres,
- 1 bache de charge de 6000 litres,
- 1 alternateur,
- 1 excitatrice,
- 1 système d'aspiration,
- d'aéroréfrigérants pour les turbines,
- d'aéroréfrigérants pour les alternateurs,

Le combustible principal des turbines est le gaz naturel. Le combustible de secours est le fuel (avec un point éclair minimum de 55°C).

3. Le gaz naturel

Le gaz naturel est un produit inodore, incolore (pour des raisons de sécurité il est odorisé) est environ 1,5 fois plus léger que l'air (densité =0,6).

C'est un gaz extrêmement inflammable. il donne lieu à des mélanges explosifs (en présence d'une source d'allumage) avec l'air, dans des limites d'inflammabilité inférieures et supérieures respectivement de 5,3 à 15% en volume.

Il n'a pas d'effet toxicologique connu. Cependant il présente un danger d'asphyxie à haute concentration (teneur en oxygène insuffisante). De plus une combustion incomplète (défaut d'air) peut produire du monoxyde de carbone et être à l'origine d'un risque d'intoxication par les fumés.

Le gaz naturel étant distribué sous pression, sa détente provoque un refroidissement rapide et des risques de gelures.

Le gaz naturel est acheminé sur site par Gazoduc. Il arrive à une pression de 60 bars ; il est ensuite réduit à 21 bars pour le groupe ALSTHOM et 15 bars pour le groupe FIAT à travers un poste de détente puis il est acheminé vers les turbines.

En considérant la rupture complète ou partielle de la conduite d'alimentation principale de gaz naturel, deux types d'évènements peuvent être supposés :

- L'incendie
- L'explosion

Tableau 1.1 : Les caractéristiques du gaz naturel (Méthane)

PARAMETRE	GAZ NATUREL (METHANE)
Densité gazeuse (condition atm)	0,6
Chaleur de combustion (kJ/g)	50
Limite d'inflammabilité dans l'air (%vol)	5,3-15
Energie minimale d'inflammation (mJ)	0,29
Température d'auto-inflammation (°C)	540
Température de flamme (°C)	1875
Limite de détonabilité (%vol)	6,3-13,5
Taux de combustion dans l'air (condition atm)	40
Vitesse de flamme laminaire (m/s)	
Energie explosive (KgTNT/m ³)	7,03
Vitesse de flamme dans l'air (m/s)	37
Vitesse de détonation dans l'air (km/s)	1,8

4. Principe de fonctionnement d'une tranche de production

- Le groupe thermique turbine à gaz est constitué par une turbine gaz entraînant un alternateur, pour assurer une production électrique à la fréquence de 50 Hz.
- Le groupe turbine à gaz est constitué par une turbine à gaz à un seul arbre en cycle simple entraînant un alternateur.
- Dans la turbine à gaz. La combustion d'un mélange Air-gaz est utilisée pour produire la puissance sur l'arbre nécessaire à l'entraînement de l'alternateur principal, du compresseur et de certaines auxiliaires.
- La turbine à gaz comporte un dispositif de démarrage à moteur de lancement, des auxiliaires, un compresseur axial, un système de combustion et une turbine à trois étages.
- Au démarrage. Le moteur de lancement transmet son couple à la ligne d'arbre turbine à travers un convertisseur de couple et le réducteur des auxiliaires, qui comme son nom l'indique, entraîne un certain nombre d'auxiliaire comme les pompes par exemple.
- Dès que la ligne d'arbre est mise en mouvement par le moteur de lancement, l'air atmosphérique est aspiré, filtré et dirigé à travers les graines d'admission vers l'entrée du compresseur axial à (17 étages – Alsthom – 18 étages Fiat).
- A la sortie de compresseur, l'air pénètre dans un espace annulaire entourant les 14 chambres (Alsthom), 08 chambres (Fiat) de combustion puis dans l'espace situé entre l'enveloppe des chambres et les tubes de flamme.
- Le combustible est introduit par les injecteurs dans chacune des chambres de combustion où il est mélangé à l'air de combustion provenant du compresseur. La mise à feu est réalisée par deux bougies d'allumage (pour Fiat) pour Alsthom une seule suffit.
- La flamme se propage dans les autres chambres à travers les tubes d'interconnexion qui les relient entre elles au niveau de la zone de combustion.
- Les gaz chauds venant des chambres de combustion traversent les trois étages turbines, chaque étage est constitué par un ensemble d'aubes fixes suivi d'une rangée d'aubes mobiles. Dans chaque rangée d'aubes fixes, l'énergie cinétique du jet de gaz augmente tandis qu'apparaît une diminution de la pression dans la rangée adjacente d'aubes mobiles, une partie de l'énergie cinétique du jet est convertit en travail utile transmis au rotor de la turbine.
- Le travail fourni au rotor de la turbine sert à faire tourner l'alternateur et en partie à l'entraînement du compresseur axial et des auxiliaires de la turbine. Par définition un alternateur est une machine électromagnétique destinée à fournir un courant alternatif
- Il est composé principalement d'une partie fixe appelée stator et qui est solidaire du massif et d'une partie mobile tournante appelée rotor accouplé à celui de la turbine par des brides.
- Ces deux parties comportent un circuit magnétique et sont séparées par un espace vide permettant la rotation appelée l'entrefer.

- Le rotor support l'enroulement qui crée le champ magnétique (inducteur) et le stator contient l'enroulement où apparaît la puissance électrique (induit).
- Le champ magnétique est créé par la rotation du rotor correspondant à la vitesse nominale de la turbine qui est de 3000 tr / mn.
- A cette vitesse, le champ magnétique qui est la conséquence d'une puissance mécanique est transformé en puissance électrique au niveau des bornes du stator qui est le siège de puissance électrique qui doit être évacuée vers l'extérieur (réseau).

Comme le poste gaz constitue un point à haut risque, nous avons choisis ce lieu pour faire la modélisation d'une explosion.

5. Poste gaz ALSTHOM

Le poste gaz assure l'alimentation de la turbine, en gaz de bonne qualité. Il permet de filtrer, déshydrater, réchauffer et détendre le gaz à la pression et à la température de fonctionnement des groupes, c.à.d. de préparer le combustible nécessaire pour le fonctionnement de la turbine.

Le poste gaz ALSTHOM est composé de :

- **Skid séparateur :**

Le séparateur permet de piéger les bouchons d'hydrocarbures susceptibles d'être entraînés par le courant gazeux. Les liquides et les impuretés se déposent au fond de la cuve du séparateur, elles sont évacuées vers une citerne.

Il y a deux vannes d'isolement installées à l'entrée du poste gaz.

- **Vanne de sectionnement :**

C'est une vanne manuelle d'isolement 100V, situé à l'entrée de poste gaz.

Elle a pour rôle d'isoler la ligne principale du gaz naturel de manière sûre en cas d'arrêt normal ou de longue durée.

- **Vanne de sécurité :**

C'est une vanne de sécurité principale FSV100, à commande pneumatique situé après la vanne 100V.

Elle a pour rôle d'isoler la ligne gaz de manière rapide et sûre. En cas d'urgence.

Elle fonctionne selon deux modes : commande automatique ou manuelle

Lorsque le niveau des impuretés « condensats » est très haut, le détecteur de niveau provoque la fermeture de la vanne d'isolement et arrête des groupes.

- **Skid de filtration :**

- Le gaz provenant du skid primaire passe dans le filtre à cartouche qui élimine les impuretés solides et la poussière.

- Les cartouches doivent être remplacées lorsque la pression différentielle aux bords du filtre atteint le seuil d'encrassement.
- Un système de séparation magnétique attire les particules métalliques.
- Un nettoyage périodique permet d'éliminer les dépôts recueillis.
- On le trouve après la séparation primaire, il est composé de deux filtres, le 1^{er} est en service 200FI et le 2^{ème} est un filtre de secours 201FI, ils sont composés d'une partie à cartouche associé à un système de séparation magnétique, leur rôle est d'éliminer toutes particules métalliques ou magnétique, les poussières et les gouttelettes de condensât.

➤ **Réchauffage de gaz.**

Après le skid de filtration on a un réchauffeur de gaz qui permet de porter la température du gaz à 40°C Le gaz circule dans des faisceaux de tuyaux échangeur. Deux chaudières assurent le réchauffage en deux modes de fonctionnement.

➤ **Réchauffage d'attente :**

La chaudière chauffe l'eau à une température de 88°C. Le gaz ne circule pas à l'intérieur de cette chaudière. Quand la température d'eau descend au-dessous de 86°C, un ordre est donné pour l'ouverture de la vanne du brûleur de ¼ de tour Lorsque la température eau monte au-dessus de 88°C la vanne se ferme et les brûleurs s'éteignent. Ainsi cette chaudière gardera en secours une réserve d'eau chaude en cas de problèmes sur l'autre chaudière.

➤ **Réchauffage en mode TIC300 :**

L'échauffement du gaz est assuré par le régulateur qui contrôle la température sur la sortie chaudière.

La température du gaz est prise sur la tuyauterie sortie chaudière. Le signal température est envoyé vers le régulateur TIC300 qui convertit ce signal en pression pour commander la vanne des brûleurs. Le signal élaboré par le régulateur est proportionnel à l'écart qui existe entre la température prélevée sur la sortie et la consigne prééglée (40°C).

➤ **Skid de détente**

Situent après les chaudières et à côté de la citerne de méthanol.

On distingue trois rampes de détente en parallèle, chaque ligne est capable d'assurer le débit nécessaire et elle est composée par :

- 1- Un détendeur avec clapet de sécurité de haute pression.
- 2- Deux vannes d'isolement, entrée et sortie.
 - Une vanne manuelle
 - Une vanne pilotée.
- 3- Soupape de décharge ou de sécurité

Le détendeur a pour rôle de ramener la pression gaz de 60 bars en entrée vers une valeur de fonctionnement de groupe 20 bars.

La vanne de régulation maintient la pression de sortie à la valeur d'exploitation prééglée 20 bars ----- 30°C. Un dispositif de sortie interrompe le passage du gaz en cas d'anomalies (basse ou haute pression).

➤ **Skid final**

-Ce skid est placé juste en avant de chaque groupe. Il comporte un filtre a cartouche, une vanne de sectionnement et un séparateur des condensât.

Les condensas sont évacués par une vanne.

La turbine est arrêtée en cas où les condensas atteignent un niveau très haut.

➤ **Skid - cuve a condensât -**

Il comporte un ballon de stockage des condensas provenant du piège à liquide (séparateur), les différents filtres et les soupapes de sécurité.

➤ **Comptage :**

Sur la ligne de distribution vers les skid finals, le tronc de comptage est Composé de :

- Dispositif de mesure de débit ;
- Thermomètre de mesure de température ;
- Manomètre de mesure de pression.

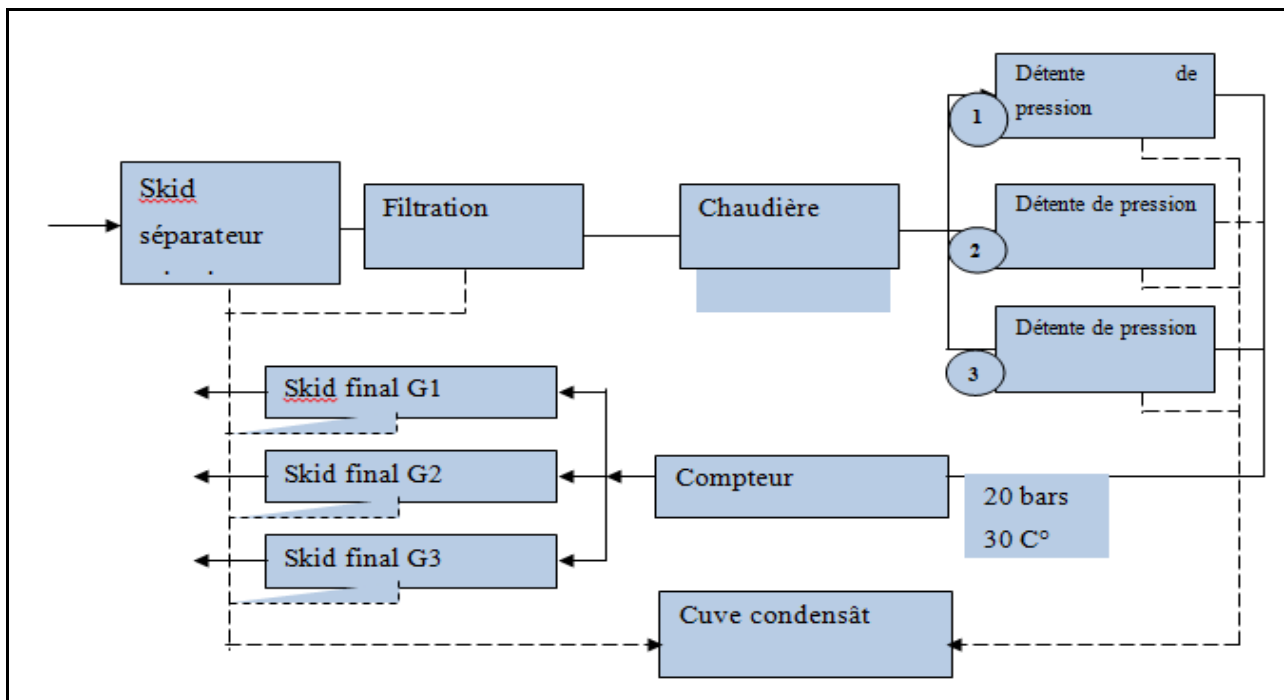


Figure 1. 1 : Schéma bloc simplifié du poste gaz ALSTHOM

6. Risque d'explosion

Une explosion est une transformation rapide d'un système matériel donnant lieu à une forte émission de gaz, accompagnée éventuellement d'une émission de chaleur importante. Les explosions peuvent être soit d'origine physique (explosion pneumatique, etc.) soit d'origine chimique, ces dernières résultent d'une réaction chimique. De nombreuses substances sont susceptibles, dans certaines conditions, de proposer des explosions. Ce sont pour la plupart des gaz et des vapeurs, mais aussi des poussières et des composés particulièrement instables.

Parmi les phénomènes physiques s'apparentent à une explosion et susceptibles de se produire sur le site, on peut citer :

- UVCE (Unconfined Cloud Vapour Explosion)

Explosion non confinée d'une poche de gaz ou d'un nuage consécutivement à une fuite (statiquement le délai d'allumage est inférieur à 1 minute). La poche de gaz en se déplaçant rencontre une source de chaleur. La flamme remonte jusqu'à l'origine de la fuite avec une grande vitesse.

La manifestation principale d'une explosion est l'augmentation brutale de pression qui provoque un effet de souffle, une onde de pression et dans certains cas des projections (missiles). C'est cette surpression brutale qui a des effets dévastateurs sur l'homme et sur les constructions. De plus la vitesse maximale de montée en pression est une des caractéristiques importantes de la violence des explosions.

La succession d'étapes suivantes décrit le phénomène d'explosion :

- rejet dans l'atmosphère d'un produit combustible, le produit étant en phase gaz ou en phase liquide ; les combustibles liquides rejetés peuvent rester en suspension (formation d'aérosols) ou se disperser au sol pour former une flaque qui en s'évaporant conduit à son tour à un rejet diffus de gaz,
- mélange avec l'oxygène de l'air pour former un volume inflammable,
- de manière concomitante, dispersion et advection du nuage de gaz dont une partie du volume reste inflammable,
- inflammation de ce volume,
- propagation d'un front de flamme au travers de la ou des parties inflammables du nuage ; ce front de flamme agit à la manière d'un piston sur les gaz environnant et peut être à l'origine de la formation d'une onde de pression aérienne si sa vitesse de propagation est suffisante ou si les gaz sont confinés ; dans tous les cas, la propagation des flammes s'accompagne d'une expansion des gaz brûlés qui passent par des températures de plusieurs centaines de °C et jusqu'à 2000 °C environ ;
- enfin, le cas échéant, mélange avec l'air et combustion des parties du nuage qui étaient initialement trop riches en combustible pour être inflammables.

Les effets des ondes de pression qui peut être générées par une explosion sont décrits dans le tableau suivant :

Tableau 1. 2 : Effets des ondes de pression générées par une explosion

Surpression (mbar)	Effet
5	5% des fenêtres exposées volent en éclats
20	50 % des fenêtres exposées volent en éclats
50	Dégâts très légères aux structures, risque de blessures
80-100	Dégâts légères aux structures métalliques
140	Limite inférieur des dégâts graves aux structures, premiers effets de mortalité
150-200	Murs en béton s'effondrent
200	Structures métalliques se brisent
250	Rupture des réservoirs de stockage
200-400	Grand arbres sont couchés
500	Wagons remplis se retournent Murs en brique (20 à 30 cm d'épaisseur) éclatent

DEUXIEME PARTIE

APPLICATION DU LOGICIEL PHAST

INTRODUCTION

Dans cette partie, Nous allons présenter le logiciel PHAST puis nous allons l'appliquer pour modéliser les effets d'une explosion au niveau du poste gaz ALSTHOM.

1. Présentation du logiciel de simulation PHAST

Le logiciel PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool), est un outil d'analyse des risques, Il examine le processus d'un éventuel incident depuis la fuite initiale jusqu'à la dispersion atmosphérique en champ lointain, y compris la modélisation de l'épandage et de l'évaporation de flaque. PHAST est capable de simuler les différents scénarios de libération tels que les fuites, les ruptures des canalisations...

Un modèle de dispersion de type intégré appelé UDM (Unified Dispersion Model) calcule plusieurs résultats de conséquence :

- i) Comportement du nuage
- ii) la transition à travers différentes étapes telles que la phase de jet, phase lourde, phase de transition et la phase de dispersion passive,
- iii) les distances de sécurité correspondant aux seuils toxiques
- iv) l'empreinte du nuage à un moment donné.

Avantages : PHAST peut :

- Faciliter l'élaboration des études de danger.
- Faciliter les études pour la réduction des coûts en termes de pertes et d'assurances.
- Permettre l'optimisation de la conception du site et des procédés.
- Aider l'industrie à se conformer à la législation.

Pour la modélisation des conséquences:

- Il améliore la compréhension des dangers potentiels par les utilisateurs.
- Les mises à jour régulières du logiciel incorporent les expériences et les expertises les plus récentes dans l'industrie.

Le PHAST v.7.11 a été utilisé dans ce travail.

2. Différents types de modélisation

2. 1. Modélisation des feux et des radiations thermiques

PHAST peut modéliser les phénomènes suivants :

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

2. 2. Modélisation des explosions

Trois modèles pour prédire les effets d'explosion VCE (Vapour Cloud Explosion) [INERIS, 1999] :

2. 2. 1. TNT equivalent (Trinitrotoluène ou tolite)

Ces méthodes sont incontestablement les premières utilisées de par le monde pour prévoir les conséquences de tout type d'explosion accidentelle. Elles reposent sur l'hypothèse selon laquelle, il doit être possible de reproduire le champ de surpression qui est engendré par une explosion donnée (de gaz, d'un explosif condensé, ...) en faisant exploser du TNT. Ainsi, l'équivalent TNT d'un mélange gazeux explosible correspond à la masse de TNT qui en explosant engendrerait le même champ de surpressions que celui engendré par l'explosion d'un kg du mélange explosible considéré. Cet équivalent TNT, noté par la suite M_{TNT} , est calculé au moyen de la relation ci-après.

$$M_{TNT} = a \times \frac{E_{gaz}}{E_{TNT}}$$

Où E_{gaz} représente l'énergie que le combustible considéré peut libérer après combustion,

E_{TNT} représente l'énergie libérée par l'explosion d'un kg de TNT soit environ 4690 kJ,

et a représente le « rendement » de l'explosion de gaz.

Le rendement a a différentes significations selon ce que représente exactement l'énergie E_{gaz} .

En effet, E_{gaz} peut représenter l'énergie de combustion de :

- La totalité de la masse de combustible rejetée accidentellement (sachant qu'une partie seulement de cette masse sera dans les limites d'explosibilité),
- Ou de la masse de combustible mélangée avec l'air en proportions explosibles.

2. 2. 2. Multi-Energy

La méthode Multi-Energie a été développée par le TNO (Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek) Prins Maurits Laboratory [V.d. Berg, 1984],[V.d. Berg et al., 1991] et [Wingerden et al., 1990]. Les principes de base sur lesquels repose cette méthode sont directement inspirés des mécanismes qui gouvernent le déroulement des explosions de gaz. Ainsi, pour comprendre la méthode Multi-Energie, il convient tout d'abord de garder à l'esprit qu'une explosion de gaz n'est susceptible d'engendrer de fortes surpressions que si :

- Les flammes atteignent une vitesse de propagation importante (plusieurs dizaines de m/s),
- Ou si les gaz sont confinés par des parois solides.

Or, une flamme se propageant dans un mélange gazeux réactif accélère si le volume occupé par les gaz est caractérisé par la présence répétée d'obstacles et d'espaces partiellement confinés. Obstacles répétés et confinement « riment » donc avec vitesses de flamme et surpressions importantes. Sans présence d'obstacles et d'espaces confinés, l'inflammation accidentelle des mélanges gazeux conduit généralement à des surpressions de faibles amplitudes (quelques centaines de Pa ou mbar).

En fait, le « concept Multi-Energie » diffère des méthodes classiques en ce sens qu'une explosion de gaz n'est plus considérée comme une entité mais éventuellement comme un ensemble « d'explosions élémentaires » se déroulant chacune dans les diverses zones qui composent le nuage explosible.

En conséquence, pour appliquer la méthode, il est nécessaire :

- En premier lieu, de déterminer le nombre d'explosions élémentaires à retenir,
- Puis, en second lieu et en second lieu seulement, de caractériser individuellement chaque explosion.

Pour cela, il convient de tenir compte des nombreux paramètres qui ont une influence sur la vitesse de propagation des flammes, parmi lesquels peuvent être cités :

- La densité d'obstacles,
- Le degré de confinement,
- La forme et les dimensions du nuage inflammable,
- La réactivité du combustible,
- L'énergie et la position de la source d'inflammation,
- Et la turbulence du mélange réactif avant allumage.

2. 2. 3. Baker-Strehlow

La méthode dite de Baker-Strehlow [Baker et al., 1983, 1991, 1996] comporte plusieurs points communs avec la méthode Multi-Energie présentée au sous chapitre précédent. A cet égard, il est à nouveau admis que les conséquences d'une explosion accidentelle dépendent de l'énergie potentiellement mise en jeu au sein du nuage inflammable mais aussi des circonstances de l'accident et en particulier de la présence d'obstacles solides dans le champ de propagation des flammes.

La méthode de Baker-Strehlow est à appliquer en 2 temps :

- Il convient tout d'abord de qualifier à nouveau la « violence » de l'explosion, ce qu'il est proposé de faire en estimant l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation des flammes.

– Ensuite, cet ordre de grandeur quant à la vitesse de flamme, supposée dès lors constante, sert à sélectionner une courbe de décroissance de surpression aérienne parmi l'ensemble de celles établies par Strehlow et al. (1979).

Donc, la méthode de Baker-Strehlow suppose bien qu'une explosion accidentelle peut comporter différentes « sources » de surpression. Cela peut notamment être observé lorsque le nuage explosible couvre un volume contenant :

- Des zones où les vitesses de flammes sont susceptibles d'être importantes,
- Séparées de zones où au contraire vitesses de flamme et surpressions ne pourront être que faibles.

2. 3. Modélisation des effets toxiques

PHAST modélise aussi les effets toxiques :

- Distance à la concentration toxique
- Distance à la Dose toxique

➤ Résultats de modélisation par PHAST :

Généralement les résultats sont présentés sous forme Graphique et numérique (rapport), Certains résultats peuvent être présentés sur la cartographie (zones d'effet).

3. Application du logiciel PHAST

3. 1. Conditions météorologiques

Pour la détermination des zones affectées, les conditions atmosphériques prise en compte pour le calcul de dispersion des nuages gazeux correspondent au vent 5m/s avec une atmosphère stable (5/D)

L'évaluation des conséquences potentielles de chaque scénario consiste donc à calculer la dimension de chacune de ces zones à risques autour des installations considérées.

3. 2. Scénarios retenus

Le tableau suivant présente les 2 scénarios choisis

Tableau 2. 1 : Scénarios choisis

Scénario	Description
1	rupture catastrophique d'une canalisation principale du poste gaz.
2	Fuite de gaz

La figure suivante indique le lieu ou a été modélisé chacun des deux scénarios.



Figure 2. 1 : Le site de l'entreprise

La Nature de l'hydrocarbure représente le méthane, les hypothèses suivantes ont été retenues:

Tableau 2. 2 : Hypothèses retenues

Produit	Méthane
Etat	Gazeux
Température	15°C (température moyenne du site)
Pression	25bar
Volume	26m ³

3. 3. Scénarios N°1

Considérant une rupture catastrophique d'une canalisation principale du poste gaz.

3. 3. 1. Résultat sur la Cartographie

La figure suivante présente les enveloppes de surpression correspondant aux seuils des 20, 140 et 210 mbar pour la condition atmosphérique 5/D.



Figure 2. 2 : Effets de surpression sur la carte

Les tableaux suivants présentent les distances d'effets de surpression et des radiations thermiques associées au phénomène d'explosion suite à une rupture catastrophique d'une canalisation du poste gaz.

Tableau 2. 3 : Effets de surpressions

Seuils des effets mécaniques	20 mbar	140 mbar	210 mbar
Distance atteinte	264,76 m	66,55 m	53,05 m

Les seuils d'effets thermiques considérés sont :

- Distance au seuil des effets létaux significatifs « SELS »
- Distance au seuil des premiers effets létaux « SEL »
- Distance à l'effet irréversible « SEI »

Tableau 2. 4 : Effets thermiques

Seuils des effets thermiques	SEI (3 KW/m ²)	SEL (5 KW/m ²)	SELS (8 KW/m ²)
Distance atteinte	186,92 m	144,96 m	110,63 m

3. 3. 1. Modélisation des effets de surpression

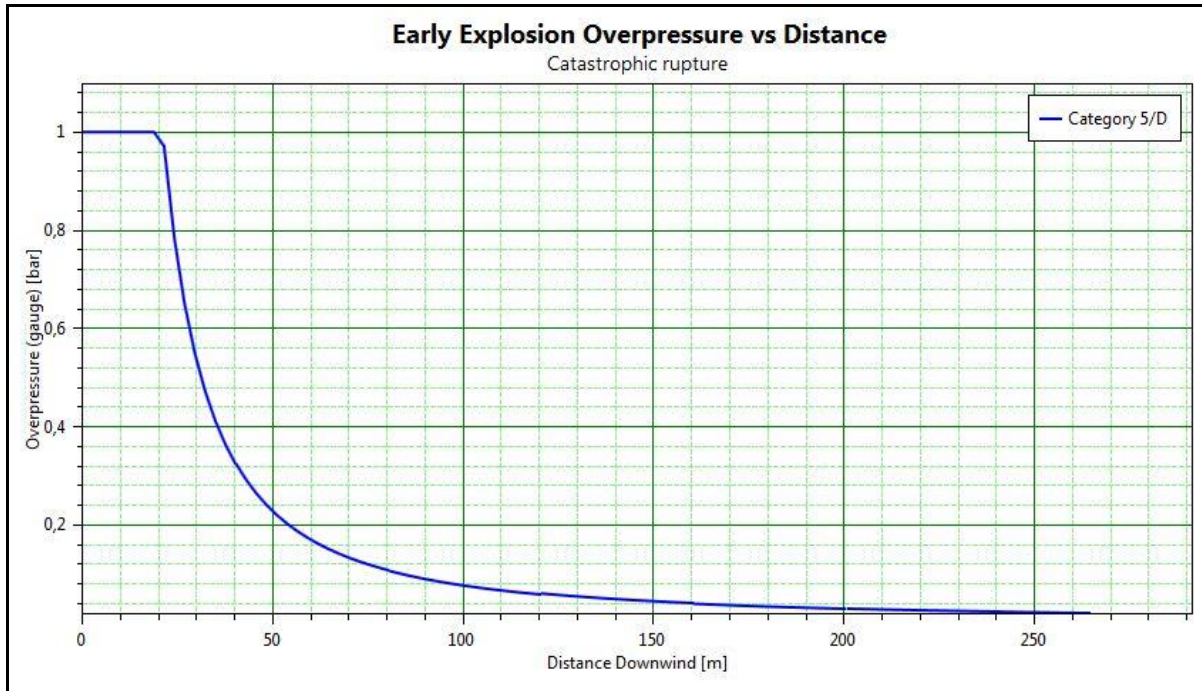


Figure 2. 3: Les zones touchées par les ondes de pression

Pour la méthode Equivalent TNT, PHAST limite la surpression à 1 bar.

La figure ci-dessus montre que les effets de surpression sont graves dont la pression est limitée à 1 bar jusqu'à la distance de 20 m, elle commence à diminuer jusqu'à atteindre la valeur de 0 bar pour une distance supérieure à 230 m.

3. 3. 2. Modélisation des effets thermiques

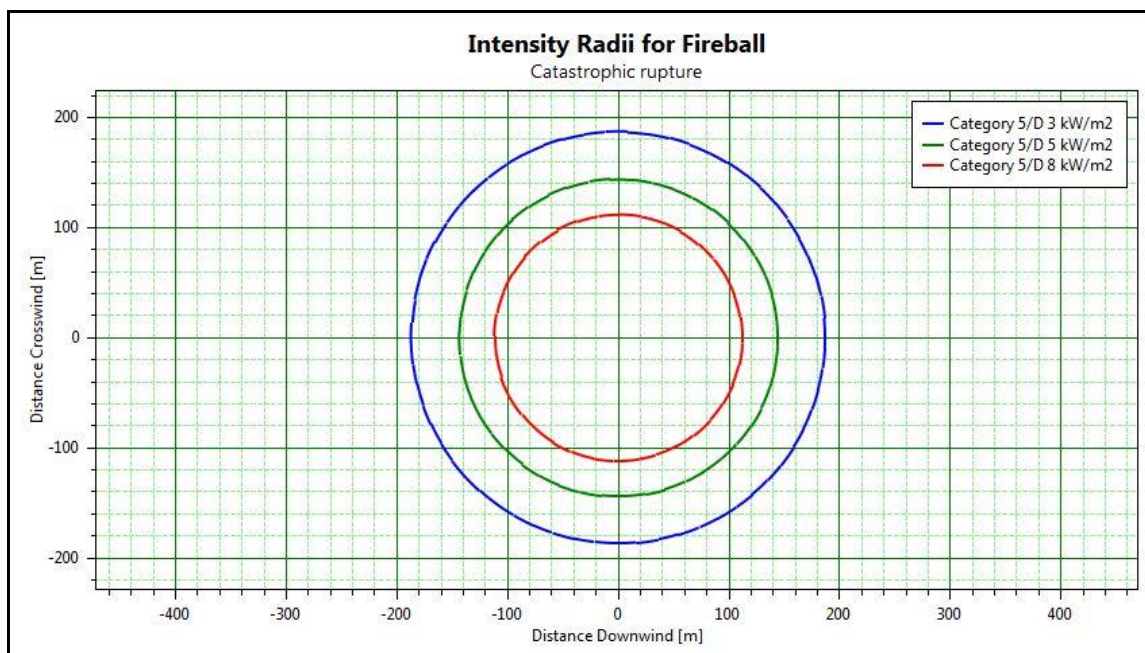


Figure 2. 4 : Les zones touchées par les radiations thermiques

On remarque d'après le résultat suivant que les effets thermiques sont

- Distance au seuil des effets létaux significatifs « SELS » est d'environ 110m.
- Distance au seuil des premiers effets létaux « SEL » est d'environ 144m.
- Distance à l'effet irréversible « SEI » est d'environ 187m.

3. 4. Scénarios N°2

Considérant une fuite de gaz.

3. 4. 1. Résultat sur la Cartographie

D'après les conditions météorologiques de la ville de TIARET, la direction des vents pendant l'hiver Nord-Est est avec un angle de 25°.

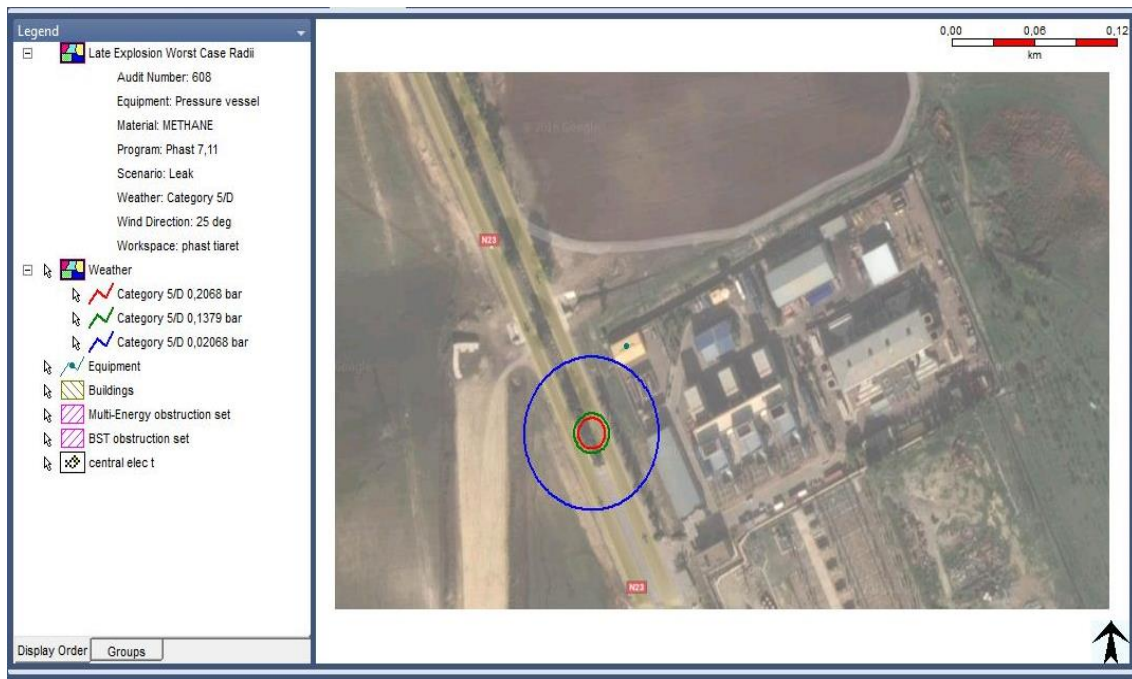


Figure 2. 5: Effets d'une explosion pendant l'hiver

D'après la figure ci-dessus, on remarque que les effets de surpression de l'explosion pendant l'hiver touchent l'environnement externe de la centrale, donc l'inflammation n'est pas instantanée car la source d'ignition n'est pas dans le centre du poste gaz

D'après les conditions météorologiques de la ville de TIARET, la direction des vents pendant l'été Nord-Ouest est avec un angle de 315°.



Figure 2. 6 : Effets d'une explosion pendant l'été

D'après la figure ci-dessus, les effets de surpression de l'explosion pendant l'été touchent les groupes plus précisément le groupe 1 de la centrale ALSTHOM et l'inflammation n'est pas instantanée.

CONCLUSION

A partir des résultats précédents modélisés par le modèle TNT on conclut que :

Le premier scénario qui présente une rupture catastrophique d'une canalisation de gaz, a des effets de surpression ainsi que des effets thermiques plus significatifs.

Le deuxième scénario qui présente une fuite de gaz au niveau du poste gaz a des effets sur les groupes pendant l'été c.à.d. pour un angle de vents 315° et sur l'environnement externe de l'entreprise pendant l'hiver c.à.d. pour un angle de vents 25°.

CONCLUSION GENERALE

L'utilisation du logiciel PHAST facilite la modélisation et donne des résultats réels et fiables sur les risques présentés par l'installation.

A l'aide du PHAS, Nous avons pu caractériser les effets d'une explosion au niveau du poste gaz de la centrale électrique de TIARET.

D'après les résultats précédents, on conclut que :

- Les effets de surpression d'une rupture catastrophique sont toujours plus significatifs.
- la méthode TNT limite la surpression à 1 bar contrairement aux autres méthodes qui donnent les effets de surpression en dessus de 1bar.

Dans le cas de la centrale électrique de TIARET toute la centrale et même l'environnement extérieur est susceptible d'être touchée par les effets de surpression ainsi que les effets thermiques suite à une rupture catastrophique d'une canalisation du poste gaz.

Une fuite dans le poste gaz peut engendrer des effets de surpression sur les groupes pendant l'été ainsi que sur l'environnement extérieur pendant l'hiver.

BIBLIOGRAPHIE

[Baker et al., 1983, 1991, 1996] ,

Baker W.E., Cox P.A., Westin P.S., Kulesz J.J. et Strehlow R.A. (1983)

Explosion Hazards and Evaluation

Fundamental studies in engineering n°5; Elsevier; ISBN 0-444-42094-0, vol 5.

Baker et al. (1991)

Pros and Cons of TNT Equivalence for Industrial Explosion Accidents

Proceedings of the International Conference and Workshop on Modeling and Mitigating the Consequence of Accidental Releases of Hazardous Materials, New-Orleans, pp 585-597.

Baker et al. (1996)

Vapor Cloud Explosion Analysis

Process Safety Progress, Vol. 15, N° 2, pp 106-109.

[INERIS, 1999] , Guide des méthodes d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre , Juillet 1999.

[Strehlow et al., 1979]

Blast Wave generated by spherical flames

Combustion and Flame. Vol. 35, pp 297-310.

[V.d. Berg, 1984], Van den Berg A.C. (1984)

The Multi-Energy Method - a framework for vapour cloud explosion blast prediction

TNO Prins Maurits Laboratory, report PML 1984-C72.

[V.d. Berg et al., 1991] , Van den Berg A.C. et al. (1991) Vapor cloud explosion blast modeling

International Conference and Workshop on Modeling and Mitigation the consequences of Accidental Releases of Hazardous materials

New Orlenas, USA, May 21-24.

[Wingerden et al., 1990] Van Wingerden C.J.M., Opschoor G., Pasman H.J. (1990) Analysis of vapour cloud explosion incidents

Congrès ; "Les accidents industriels majeurs : quelles leçons en tirer ?", PARIS.

ANNEXES

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11


 phast tiaret

 Study

Study\Pressure vessel\Leak

Base Case

Data

 Weather: Weather folder\Category 1.5/D

Speed: 1,50 m/s Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)

Explosion Height: Centreline Height

Explosion Method: TNT Method

Explosion Efficiency: 0,10

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
10,00	10,00	10,00	0,02	42,49	0,88	0,18
			0,14	18,41		
			0,21	16,51		
20,00	20,00	20,00	0,02	66,67	2,61	0,66
			0,14	32,08		
			0,21	29,35		

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C corresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
30,00	30,00	30,00	0,02	80,80	3,36	1,42
			0,14	43,15		
			0,21	40,18		
40,00	40,00	40,00	0,02	90,80	3,36	2,43
			0,14	53,15		
			0,21	50,18		
50,00	50,00	50,00	0,02	100,80	3,36	3,66
			0,14	63,15		
			0,21	60,18		
60,00	60,00	60,00	0,02	110,80	3,36	5,11
			0,14	73,15		
			0,21	70,18		

(*) Distance to cloud front for a continuous release. Distance to cloud center for an instantanteous release.

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11



Weather: Weather folder\Category 1.5/F

Speed: 1,50 m/s

Stability: F

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)

Explosion Height: Centreline Height

Explosion Method: TNT Method

Explosion Efficiency: 0,10

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
10,00	10,00	10,00	0,02	42,84	0,91	0,18
			0,14	18,50		
			0,21	16,58		
20,00	20,00	20,00	0,02	68,48	2,92	0,71
			0,14	32,55		
			0,21	29,71		
30,00	30,00	30,00	0,02	83,86	4,01	1,57
			0,14	43,95		
			0,21	40,79		
40,00	40,00	40,00	0,02	93,92	4,02	2,74
			0,14	53,96		
			0,21	50,80		

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
50,00	50,00	50,00	0,02	103,92	4,02	4,18
			0,14	63,96		
			0,21	60,80		
60,00	60,00	60,00	0,02	113,92	4,02	5,86
			0,14	73,96		
			0,21	70,80		

(*) Distance to cloud front for a continuous release. Distancy to cloud center for an instantanteous release.



Weather: Weather folder\Category 5/D

Speed: 5,00 m/s

Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)

Explosion Height: Centreline Height

Explosion Method: TNT Method

Explosion Efficiency: 0,10

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
-------------------	--------------------------	------------------------	-----------------------	---	----------------------	-----------

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
10,00	10,00	10,00	0,02	42,38	0,87	0,18
			0,14	18,38		
			0,21	16,49		
20,00	20,00	20,00	0,02	65,22	2,37	0,64
			0,14	31,71		
			0,21	29,06		
30,00	30,00	30,00	0,02	78,17	2,87	1,31
			0,14	42,47		
			0,21	39,65		
40,00	40,00	40,00	0,02	88,17	2,87	2,13
			0,14	52,47		
			0,21	49,65		
50,00	50,00	50,00	0,02	98,17	2,87	3,08
			0,14	62,47		
			0,21	59,65		

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
60,00	60,00	60,00	0,02	108,17	2,87	4,14
			0,14	72,47		
			0,21	69,65		

(*) Distance to cloud front for a continuous release. Distance to cloud center for an instantaneuous release.

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 616

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

 phast tiaret

 Study

Study\Pressure vessel\Leak

Base Case

Data

 Weather: Weather folder\Category 1.5/D

Speed: 1,50 m/s Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)

Explosion Height: Centreline Height

Explosion Method: TNT Method

Explosion Efficiency: 0,10

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
10,00	10,00	10,00	0,02	42,49	0,88	0,18
			0,14	18,41		
			0,21	16,51		
20,00	20,00	20,00	0,02	66,67	2,61	0,66
			0,14	32,08		
			0,21	29,35		

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 616

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C corresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
30,00	30,00	30,00	0,02	80,80	3,36	1,42
			0,14	43,15		
			0,21	40,18		
40,00	40,00	40,00	0,02	90,80	3,36	2,43
			0,14	53,15		
			0,21	50,18		
50,00	50,00	50,00	0,02	100,80	3,36	3,66
			0,14	63,15		
			0,21	60,18		
60,00	60,00	60,00	0,02	110,80	3,36	5,11
			0,14	73,15		
			0,21	70,18		

(*) Distance to cloud front for a continuous release. Distance to cloud center for an instantanteous release.

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 616

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11



Weather: Weather folder\Category 1.5/F

Speed: 1,50 m/s

Stability: F

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)

Explosion Height: Centreline Height

Explosion Method: TNT Method

Explosion Efficiency: 0,10

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
10,00	10,00	10,00	0,02	42,84	0,91	0,18
			0,14	18,50		
			0,21	16,58		
20,00	20,00	20,00	0,02	68,48	2,92	0,71
			0,14	32,55		
			0,21	29,71		
30,00	30,00	30,00	0,02	83,86	4,01	1,57
			0,14	43,95		
			0,21	40,79		
40,00	40,00	40,00	0,02	93,92	4,02	2,74
			0,14	53,96		
			0,21	50,80		

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number:

616

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
50,00	50,00	50,00	0,02	103,92	4,02	4,18
			0,14	63,96		
			0,21	60,80		
60,00	60,00	60,00	0,02	113,92	4,02	5,86
			0,14	73,96		
			0,21	70,80		

(*) Distance to cloud front for a continuous release. Distance to cloud center for an instantanteous release.



Weather: Weather folder/Category 5/D

Speed: 5,00 m/s

Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Explosion Location Criterion: Cloud front (LFL fraction)

Explosion Height: Centreline Height

Explosion Method: TNT Method

Explosion Efficiency: 0,10

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
-------------------	--------------------------	------------------------	-----------------------	---	----------------------	-----------

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 616

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
10,00	10,00	10,00	0,02	42,38	0,87	0,18
			0,14	18,38		
			0,21	16,49		
20,00	20,00	20,00	0,02	65,22	2,37	0,64
			0,14	31,71		
			0,21	29,06		
30,00	30,00	30,00	0,02	78,17	2,87	1,31
			0,14	42,47		
			0,21	39,65		
40,00	40,00	40,00	0,02	88,17	2,87	2,13
			0,14	52,47		
			0,21	49,65		
50,00	50,00	50,00	0,02	98,17	2,87	3,08
			0,14	62,47		
			0,21	59,65		

LATE EXPLOSION REPORT

Unique Audit Number: 616

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

Cloud (*) m	Explosion Center m	Ignition Point m	Over Pressures bar	C orresponding Blast Effect is at m	Flammable Mass kg	Time s
60,00	60,00	60,00	0,02 0,14 0,21	108,17 72,47 69,65	2,87	4,14

(*) Distance to cloud front for a continuous release. Distance to cloud center for an instantaneuous release.


JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11


 phast tiaret

 Study

Study\Pressure vessel\Leak

Base Case

Data

 Weather: Weather folder\Category 1.5/D

Speed: 1,50 m/s Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - Recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	9,85	degC
Ambient Relative Humidity	0,70	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	1,50	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	1,00	m
Expanded Temperature	-56,07	degC
Release Rate	7,92	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	0,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		243,03 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,16 fraction
Expanded Radius		0,07 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		29,37 m
Frustum Lift Off Distance		9,89 m
Frustum Length		19,87 m
Frustum Base Width		2,18 m
Frustum Tip Width		5,33 m
Flame Length in Still Air		36,87 m
Hole to Flame Angle		19,69 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame on-ground impingement with partial truncation

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
9,89	1,00	0,00	70,31
9,89	1,00	1,09	70,31
28,60	7,70	2,66	70,31
28,60	7,70	0,00	70,31

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 617

Phast 7,11



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	0,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	4,00	kW/m2
Lethality Level	0,00	%
View Factor	0,02	
Dose Level	1 269 569,80	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	25,35	m
Crosswind semi-axis (B)	33,04	m
Offset Ratio (D)	0,98	
Effect Distance	50,25	m
Area	2 630,54	m2

Incident Radiation Level:	12,50	kW/m2
Lethality Level	6,53	%
View Factor	0,05	
Dose Level	5 800 161,90	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	16,64	m
Crosswind semi-axis (B)	18,24	m
Offset Ratio (D)	1,33	
Effect Distance	38,82	m
Area	953,20	m2

Incident Radiation Level:	37,50	kW/m2
Lethality Level	98,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	25 094 924,01	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	11,35	m
Crosswind semi-axis (B)	8,25	m
Offset Ratio (D)	1,67	
Effect Distance	30,34	m
Area	293,94	m2

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 617

Phast 7,11



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	57,20	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
0,00			4,20	0,00	
1,17			4,81	0,00	
2,33			5,63	0,00	
3,50			6,83	0,00	
4,67			8,94	0,00	
5,84			14,19	0,14	
7,00			25,71	0,83	
8,17			52,79	1,00	
9,34			111,75	1,00	
10,51			233,50	1,00	
11,67			187,73	1,00	
12,84			148,26	1,00	
14,01			139,10	1,00	
15,18			125,35	1,00	
16,34			115,10	1,00	
17,51			107,15	1,00	
18,68			100,75	1,00	
19,85			95,41	1,00	
21,01			90,78	1,00	
22,18			86,57	1,00	
23,35			82,48	1,00	
24,52			78,15	1,00	
25,68			72,99	1,00	
26,85			66,50	1,00	
28,02			58,13	1,00	
29,18			48,05	1,00	
30,35			37,35	0,99	
31,52			29,80	0,93	
32,69			26,70	0,86	
33,85			23,31	0,73	
35,02			20,18	0,55	
36,19			17,39	0,35	
37,36			14,99	0,19	
38,52			12,96	0,08	
39,69			11,26	0,03	
40,86			9,84	0,01	
42,03			8,64	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 617



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11


X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
43,19			7,63	0,00	
44,36			6,78	0,00	
45,53			6,05	0,00	
46,70			5,43	0,00	
47,86			4,89	0,00	
49,03			4,42	0,00	
50,20			4,02	0,00	
51,37			3,66	0,00	
52,53			3,35	0,00	
53,70			3,08	0,00	
54,87			2,83	0,00	
56,04			2,62	0,00	
57,20			2,42	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 617

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

 **Weather:** Weather folder\Category 1.5/F
Speed: 1,50 **m/s** **Stability: F**

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - Recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	9,85	degC
Ambient Relative Humidity	0,70	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	1,50	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	1,00	m
Expanded Temperature	-56,07	degC
Release Rate	7,92	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	0,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		243,03 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,16 fraction
Expanded Radius		0,07 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		29,37 m
Frustum Lift Off Distance		9,89 m
Frustum Length		19,87 m
Frustum Base Width		2,18 m
Frustum Tip Width		5,33 m
Flame Length in Still Air		36,87 m
Hole to Flame Angle		19,69 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame on-ground impingement with partial truncation

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
9,89	1,00	0,00	70,31
9,89	1,00	1,09	70,31
28,60	7,70	2,66	70,31
28,60	7,70	0,00	70,31

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 617

Phast 7,11



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	0,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	4,00	kW/m2
Lethality Level	0,00	%
View Factor	0,02	
Dose Level	1 269 569,80	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	25,35	m
Crosswind semi-axis (B)	33,04	m
Offset Ratio (D)	0,98	
Effect Distance	50,25	m
Area	2 630,54	m2

Incident Radiation Level:	12,50	kW/m2
Lethality Level	6,53	%
View Factor	0,05	
Dose Level	5 800 161,90	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	16,64	m
Crosswind semi-axis (B)	18,24	m
Offset Ratio (D)	1,33	
Effect Distance	38,82	m
Area	953,20	m2

Incident Radiation Level:	37,50	kW/m2
Lethality Level	98,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	25 094 924,01	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	11,35	m
Crosswind semi-axis (B)	8,25	m
Offset Ratio (D)	1,67	
Effect Distance	30,34	m
Area	293,94	m2

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 617



Phast 7,11



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	57,20	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
0,00			4,20	0,00	
1,17			4,81	0,00	
2,33			5,63	0,00	
3,50			6,83	0,00	
4,67			8,94	0,00	
5,84			14,19	0,14	
7,00			25,71	0,83	
8,17			52,79	1,00	
9,34			111,75	1,00	
10,51			233,50	1,00	
11,67			187,73	1,00	
12,84			148,26	1,00	
14,01			139,10	1,00	
15,18			125,35	1,00	
16,34			115,10	1,00	
17,51			107,15	1,00	
18,68			100,75	1,00	
19,85			95,41	1,00	
21,01			90,78	1,00	
22,18			86,57	1,00	
23,35			82,48	1,00	
24,52			78,15	1,00	
25,68			72,99	1,00	
26,85			66,50	1,00	
28,02			58,13	1,00	
29,18			48,05	1,00	
30,35			37,35	0,99	
31,52			29,80	0,93	
32,69			26,70	0,86	
33,85			23,31	0,73	
35,02			20,18	0,55	
36,19			17,39	0,35	
37,36			14,99	0,19	
38,52			12,96	0,08	
39,69			11,26	0,03	
40,86			9,84	0,01	
42,03			8,64	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 617



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
43,19			7,63	0,00	
44,36			6,78	0,00	
45,53			6,05	0,00	
46,70			5,43	0,00	
47,86			4,89	0,00	
49,03			4,42	0,00	
50,20			4,02	0,00	
51,37			3,66	0,00	
52,53			3,35	0,00	
53,70			3,08	0,00	
54,87			2,83	0,00	
56,04			2,62	0,00	
57,20			2,42	0,00	


JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 617



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

 **Weather:** Weather folder\Category 5/D
Speed: 5,00 **m/s**

Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - Recommended
Material	METHANE
Ambient Temperature	15,00 degC
Ambient Relative Humidity	0,70 fraction
Ambient Pressure	1,01 bar
Ambient Wind Speed	5,00 m/s
Maximum Exposure Duration	20,00 s
Elevation	1,00 m
Expanded Temperature	-56,07 degC
Release Rate	7,92 kg/s
Liquid Fraction	fraction
Jet Angle from Horizontal	0,00 deg
Crosswind Angle	0,00 deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		226,71 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,16 fraction
Expanded Radius		0,07 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		31,87 m
Frustum Lift Off Distance		9,80 m
Frustum Length		22,27 m
Frustum Base Width		2,17 m
Frustum Tip Width		5,00 m
Flame Length in Still Air		37,18 m
Hole to Flame Angle		13,73 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame on-ground impingement with partial truncation

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
9,80	1,00	0,00	76,27
9,80	1,00	1,09	76,27
31,43	6,29	2,50	76,27
31,43	6,29	0,00	76,27



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	0,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	4,00	kW/m2
Lethality Level	0,00	%
View Factor	0,02	
Dose Level	1 269 569,80	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	24,06	m
Crosswind semi-axis (B)	32,49	m
Offset Ratio (D)	1,09	
Effect Distance	50,28	m
Area	2 455,69	m2

Incident Radiation Level:	12,50	kW/m2
Lethality Level	6,53	%
View Factor	0,06	
Dose Level	5 800 161,90	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	17,42	m
Crosswind semi-axis (B)	17,81	m
Offset Ratio (D)	1,32	
Effect Distance	40,49	m
Area	974,95	m2

Incident Radiation Level:	37,50	kW/m2
Lethality Level	98,74	%
View Factor	0,17	
Dose Level	25 094 924,01	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	12,49	m
Crosswind semi-axis (B)	7,83	m
Offset Ratio (D)	1,62	
Effect Distance	32,69	m
Area	307,09	m2

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 617



Phast 7,11



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	62,86	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
0,00			2,89	0,00	
1,28			3,44	0,00	
2,57			4,35	0,00	
3,85			6,30	0,00	
5,13			10,06	0,01	
6,41			17,96	0,39	
7,70			37,11	0,99	
8,98			85,98	1,00	
10,26			226,71	1,00	
11,55			188,69	1,00	
12,83			167,10	1,00	
14,11			148,50	1,00	
15,39			135,01	1,00	
16,68			124,80	1,00	
17,96			116,74	1,00	
19,24			110,22	1,00	
20,53			104,91	1,00	
21,81			100,21	1,00	
23,09			97,58	1,00	
24,37			62,74	1,00	
25,66			88,91	1,00	
26,94			85,01	1,00	
28,22			80,04	1,00	
29,50			72,67	1,00	
30,79			61,16	1,00	
32,07			45,50	1,00	
33,35			34,60	0,98	
34,64			30,15	0,93	
35,92			25,11	0,81	
37,20			20,57	0,57	
38,48			16,85	0,31	
39,77			13,89	0,12	
41,05			11,55	0,04	
42,33			9,70	0,01	
43,62			8,22	0,00	
44,90			7,04	0,00	
46,18			6,08	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 617



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
47,46			5,29	0,00	
48,75			4,64	0,00	
50,03			4,10	0,00	
51,31			3,64	0,00	
52,60			3,25	0,00	
53,88			2,92	0,00	
55,16			2,64	0,00	
56,44			2,39	0,00	
57,73			2,18	0,00	
59,01			1,99	0,00	
60,29			1,83	0,00	
61,58			1,68	0,00	
62,86			1,55	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 618

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11


 phast tiaret

 Study

Study\Pressure vessel\Leak

Base Case

Data

 Weather: Weather folder\Category 1.5/D

Speed: 1,50 m/s Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - Recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	9,85	degC
Ambient Relative Humidity	0,70	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	1,50	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	1,00	m
Expanded Temperature	-56,07	degC
Release Rate	7,92	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	0,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		243,03 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,16 fraction
Expanded Radius		0,07 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		29,37 m
Frustum Lift Off Distance		9,89 m
Frustum Length		19,87 m
Frustum Base Width		2,18 m
Frustum Tip Width		5,33 m
Flame Length in Still Air		36,87 m
Hole to Flame Angle		19,69 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame on-ground impingement with partial truncation

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
9,89	1,00	0,00	70,31
9,89	1,00	1,09	70,31
28,60	7,70	2,66	70,31
28,60	7,70	0,00	70,31



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	0,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	4,00	kW/m2
Lethality Level	0,00	%
View Factor	0,02	
Dose Level	1 269 569,80	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	25,35	m
Crosswind semi-axis (B)	33,04	m
Offset Ratio (D)	0,98	
Effect Distance	50,25	m
Area	2 630,54	m2

Incident Radiation Level:	12,50	kW/m2
Lethality Level	6,53	%
View Factor	0,05	
Dose Level	5 800 161,90	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	16,64	m
Crosswind semi-axis (B)	18,24	m
Offset Ratio (D)	1,33	
Effect Distance	38,82	m
Area	953,20	m2

Incident Radiation Level:	37,50	kW/m2
Lethality Level	98,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	25 094 924,01	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	11,35	m
Crosswind semi-axis (B)	8,25	m
Offset Ratio (D)	1,67	
Effect Distance	30,34	m
Area	293,94	m2

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 618

Phast 7,11



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	57,20	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
0,00			4,20	0,00	
1,17			4,81	0,00	
2,33			5,63	0,00	
3,50			6,83	0,00	
4,67			8,94	0,00	
5,84			14,19	0,14	
7,00			25,71	0,83	
8,17			52,79	1,00	
9,34			111,75	1,00	
10,51			233,50	1,00	
11,67			187,73	1,00	
12,84			148,26	1,00	
14,01			139,10	1,00	
15,18			125,35	1,00	
16,34			115,10	1,00	
17,51			107,15	1,00	
18,68			100,75	1,00	
19,85			95,41	1,00	
21,01			90,78	1,00	
22,18			86,57	1,00	
23,35			82,48	1,00	
24,52			78,15	1,00	
25,68			72,99	1,00	
26,85			66,50	1,00	
28,02			58,13	1,00	
29,18			48,05	1,00	
30,35			37,35	0,99	
31,52			29,80	0,93	
32,69			26,70	0,86	
33,85			23,31	0,73	
35,02			20,18	0,55	
36,19			17,39	0,35	
37,36			14,99	0,19	
38,52			12,96	0,08	
39,69			11,26	0,03	
40,86			9,84	0,01	
42,03			8,64	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 618



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11




X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
43,19			7,63	0,00	
44,36			6,78	0,00	
45,53			6,05	0,00	
46,70			5,43	0,00	
47,86			4,89	0,00	
49,03			4,42	0,00	
50,20			4,02	0,00	
51,37			3,66	0,00	
52,53			3,35	0,00	
53,70			3,08	0,00	
54,87			2,83	0,00	
56,04			2,62	0,00	
57,20			2,42	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 618

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

 **Weather:** Weather folder\Category 1.5/F
Speed: 1,50 **m/s** **Stability: F**

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - Recommended
Material	METHANE
Ambient Temperature	9,85 degC
Ambient Relative Humidity	0,70 fraction
Ambient Pressure	1,01 bar
Ambient Wind Speed	1,50 m/s
Maximum Exposure Duration	20,00 s
Elevation	1,00 m
Expanded Temperature	-56,07 degC
Release Rate	7,92 kg/s
Liquid Fraction	fraction
Jet Angle from Horizontal	0,00 deg
Crosswind Angle	0,00 deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		243,03 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,16 fraction
Expanded Radius		0,07 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		29,37 m
Frustum Lift Off Distance		9,89 m
Frustum Length		19,87 m
Frustum Base Width		2,18 m
Frustum Tip Width		5,33 m
Flame Length in Still Air		36,87 m
Hole to Flame Angle		19,69 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame on-ground impingement with partial truncation

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
9,89	1,00	0,00	70,31
9,89	1,00	1,09	70,31
28,60	7,70	2,66	70,31
28,60	7,70	0,00	70,31



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	0,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	4,00	kW/m2
Lethality Level	0,00	%
View Factor	0,02	
Dose Level	1 269 569,80	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	25,35	m
Crosswind semi-axis (B)	33,04	m
Offset Ratio (D)	0,98	
Effect Distance	50,25	m
Area	2 630,54	m2

Incident Radiation Level:	12,50	kW/m2
Lethality Level	6,53	%
View Factor	0,05	
Dose Level	5 800 161,90	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	16,64	m
Crosswind semi-axis (B)	18,24	m
Offset Ratio (D)	1,33	
Effect Distance	38,82	m
Area	953,20	m2

Incident Radiation Level:	37,50	kW/m2
Lethality Level	98,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	25 094 924,01	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	11,35	m
Crosswind semi-axis (B)	8,25	m
Offset Ratio (D)	1,67	
Effect Distance	30,34	m
Area	293,94	m2

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 618

Phast 7,11



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	57,20	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
0,00			4,20	0,00	
1,17			4,81	0,00	
2,33			5,63	0,00	
3,50			6,83	0,00	
4,67			8,94	0,00	
5,84			14,19	0,14	
7,00			25,71	0,83	
8,17			52,79	1,00	
9,34			111,75	1,00	
10,51			233,50	1,00	
11,67			187,73	1,00	
12,84			148,26	1,00	
14,01			139,10	1,00	
15,18			125,35	1,00	
16,34			115,10	1,00	
17,51			107,15	1,00	
18,68			100,75	1,00	
19,85			95,41	1,00	
21,01			90,78	1,00	
22,18			86,57	1,00	
23,35			82,48	1,00	
24,52			78,15	1,00	
25,68			72,99	1,00	
26,85			66,50	1,00	
28,02			58,13	1,00	
29,18			48,05	1,00	
30,35			37,35	0,99	
31,52			29,80	0,93	
32,69			26,70	0,86	
33,85			23,31	0,73	
35,02			20,18	0,55	
36,19			17,39	0,35	
37,36			14,99	0,19	
38,52			12,96	0,08	
39,69			11,26	0,03	
40,86			9,84	0,01	
42,03			8,64	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 618



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11




X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
43,19			7,63	0,00	
44,36			6,78	0,00	
45,53			6,05	0,00	
46,70			5,43	0,00	
47,86			4,89	0,00	
49,03			4,42	0,00	
50,20			4,02	0,00	
51,37			3,66	0,00	
52,53			3,35	0,00	
53,70			3,08	0,00	
54,87			2,83	0,00	
56,04			2,62	0,00	
57,20			2,42	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 618

Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

 **Weather:** Weather folder\Category 5/D
Speed: 5,00 **m/s**

Stability: D

phast tiaret\Study\Pressure vessel\Leak

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - Recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	15,00	degC
Ambient Relative Humidity	0,70	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	5,00	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	1,00	m
Expanded Temperature	-56,07	degC
Release Rate	7,92	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	0,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		226,71 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,16 fraction
Expanded Radius		0,07 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		31,87 m
Frustum Lift Off Distance		9,80 m
Frustum Length		22,27 m
Frustum Base Width		2,17 m
Frustum Tip Width		5,00 m
Flame Length in Still Air		37,18 m
Hole to Flame Angle		13,73 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame on-ground impingement with partial truncation

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
9,80	1,00	0,00	76,27
9,80	1,00	1,09	76,27
31,43	6,29	2,50	76,27
31,43	6,29	0,00	76,27



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	0,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	4,00	kW/m2
Lethality Level	0,00	%
View Factor	0,02	
Dose Level	1 269 569,80	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	24,06	m
Crosswind semi-axis (B)	32,49	m
Offset Ratio (D)	1,09	
Effect Distance	50,28	m
Area	2 455,69	m2

Incident Radiation Level:	12,50	kW/m2
Lethality Level	6,53	%
View Factor	0,06	
Dose Level	5 800 161,90	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	17,42	m
Crosswind semi-axis (B)	17,81	m
Offset Ratio (D)	1,32	
Effect Distance	40,49	m
Area	974,95	m2

Incident Radiation Level:	37,50	kW/m2
Lethality Level	98,74	%
View Factor	0,17	
Dose Level	25 094 924,01	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	12,49	m
Crosswind semi-axis (B)	7,83	m
Offset Ratio (D)	1,62	
Effect Distance	32,69	m
Area	307,09	m2

JET FIRE REPORT

Study Folder: phast tiaret

Unique Audit Number: 618

Phast 7,11



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	62,86	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
0,00			2,89	0,00	
1,28			3,44	0,00	
2,57			4,35	0,00	
3,85			6,30	0,00	
5,13			10,06	0,01	
6,41			17,96	0,39	
7,70			37,11	0,99	
8,98			85,98	1,00	
10,26			226,71	1,00	
11,55			188,69	1,00	
12,83			167,10	1,00	
14,11			148,50	1,00	
15,39			135,01	1,00	
16,68			124,80	1,00	
17,96			116,74	1,00	
19,24			110,22	1,00	
20,53			104,91	1,00	
21,81			100,21	1,00	
23,09			97,58	1,00	
24,37			62,74	1,00	
25,66			88,91	1,00	
26,94			85,01	1,00	
28,22			80,04	1,00	
29,50			72,67	1,00	
30,79			61,16	1,00	
32,07			45,50	1,00	
33,35			34,60	0,98	
34,64			30,15	0,93	
35,92			25,11	0,81	
37,20			20,57	0,57	
38,48			16,85	0,31	
39,77			13,89	0,12	
41,05			11,55	0,04	
42,33			9,70	0,01	
43,62			8,22	0,00	
44,90			7,04	0,00	
46,18			6,08	0,00	

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 618



Study Folder: phast tiaret

Phast 7,11

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level fraction	View Factor
47,46			5,29	0,00	
48,75			4,64	0,00	
50,03			4,10	0,00	
51,31			3,64	0,00	
52,60			3,25	0,00	
53,88			2,92	0,00	
55,16			2,64	0,00	
56,44			2,39	0,00	
57,73			2,18	0,00	
59,01			1,99	0,00	
60,29			1,83	0,00	
61,58			1,68	0,00	
62,86			1,55	0,00	