

MODELISATIONS DE SCENARIOS DE FEU CHALUMEAU SUR UNE CANALISATION DE GAZ DE MINES

Client	AIRELE
Représentant	Mr Nathalie DELOO
Adresse	-

Référence FLUIDYN	0614097
Nombre de pages	7

Version	Date	Pages modifiées	Rédaction	Contrôle
1.0	04/08/2014	--	Malo LE GUELLEC	Amita TRIPATHI

SOMMAIRE

I. Introduction	3
II. OUTIL numérique	3
III. Caractéristiques de la canalisation.....	3
IV. Modélisation de l'intensité des feux torche.....	4
IV.1 Seuils réglementaires de références	4
IV.2 Calcul du débit de fuite	5
A. Cas de la rupture guillotine.....	5
B. Cas de la brèche de 12 mm.....	6
IV.1 Calcul des effets thermiques	6
A. Cas de la rupture guillotine.....	6
B. Cas de la brèche de 12 mm.....	6

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution transitoire du débit cumulé de gaz à la brèche avec sectionnement de l'alimentation (kg/s).....	5
Figure 2 : Evolution transitoire du débit cumulé de gaz à la brèche sans sectionnement de l'alimentation (kg/s)	5

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Seuils d'effets thermiques et de surpressions pour les personnes (Arrêté du 29 Septembre 2005)	4
Tableau 2 : Paramètres de fuite	6

I. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une étude de danger pour un tronçon de canalisation de gaz naturel (liaison 5 de Lens - 7 bis de Liévin), des modélisations de scénarios de jet enflammé sont demandés.

Conformément à l'arrêté du 5 Mars 2014, les scénarios à étudier sont les suivants :

- 1- rupture totale sans tenir compte de la mobilité des personnes ;
- 2- brèche de 12 mm de diamètre équivalent avec jet vertical en tenant compte de la mobilité des personnes

II. OUTIL NUMERIQUE

Pour la réalisation du calcul, Fluidyn utilise une de ces plateformes de modélisation, *fluidyn*-ASSESS_RISK. *fluidyn*-ASSESS_RISK est un outil dédié à l'évaluation des conséquences des accidents pour l'élaboration des études de dangers. Il a été développé en s'appuyant sur la méthodologie UFIP (Union Française d'Industrie Pétrolière). Les méthodes semi-analytiques utilisées reposent sur la version validée par l'INERIS du « *Guide Méthodologique pour la Réalisation des Etudes de dangers en Raffineries, Stockages et Dépôts de Produits Liquides et Liquéfiés* » (*Guide Bleu*) édité par le GESIP.

Cette quantification est basée sur des critères d'énergie, de conditions opératoires et de construction. Les distances aux seuils limites réglementaires correspondant aux divers effets conséquences sont calculés : surpressions positives incidentes, flux thermiques reçus et doses thermiques. Les cercles de dommage sont ainsi établis pour les risques correspondant : aux dégâts légers et majeurs sur les structures, effets dominos, effets irréversibles, risque d'effet létal et létal significatif...

fluidyn-ASSESS_RISK peut effectuer les calculs des scénarios suivants: explosions de stocks, BLEVE, UVCE, fuite enflammée, incendie, flash fire, boilover, onde de choc, épandage de liquide et effet missile.

L'approche calculatoire s'appuie également sur les méthodologies utilisées habituellement dans le cadre des études de danger et les modèles de quantification analytiques associés (API, SHELL, TNO, INERIS...).

III. CARACTERISTIQUES DE LA CANALISATION

Les caractéristiques de fonctionnement sont les suivantes :

Pression de service	0.350 bar effectif
Pression maximale de service	5 bars effectifs
Diamètre nominal	400 mm
Profondeur d'envfouissement	80 cm
Distance maximale entre sectionnements	3.47km
Point de rosée	4 °C
Odorisation	Oui : Tetrahydrothiophène (THT)
Déshydratation	Oui

La composition du gaz dans la canalisation est la suivante :

Composé	Pourcentage (%)
Méthane (CH ₄)	35 à 50

Dioxyde de Carbone (CO ₂)	12 à 14
Azote (N ₂)	30 ± 2
Alcanes	< 1
Gaz rares	< 0.2
Monoxyde de Carbone (CO)	< 5 ppm
Di hydrogène (H ₂)	Traces parfois

IV. MODELISATION DE L'INTENSITE DES FEUX TORCHE

IV.1 SEUILS REGLEMENTAIRES DE REFERENCES

Par convention, lorsque le phénomène dangereux, en l'occurrence le feu torche, est instationnaire (dépressurisation par exemple) ou a une durée inférieure à 120 s, l'approche s'effectue par dose thermique. Autrement dit, les effets thermiques dépendent d'une variable dite de charge thermique exprimée en $\phi^{4/3} \cdot t$, où ϕ est la densité de flux thermiques reçus (en kW/m²) et t la durée d'exposition à cette densité de flux (en secondes). La dose totale reçue par la cible est la somme des doses de flux radiatifs émis à chaque palier de puissance du feu torche. En revanche, l'approche par flux thermique est appliquée pour un feu torche stationnaire d'une durée supérieure à 120 s. Un feu torche est considéré comme stationnaire lorsque la durée de la phase transitoire est négligeable par rapport à la durée de la phase établie.

Les grandeurs retenues pour caractériser les risques majeurs sont les flux thermiques ou la dose thermique.

Les seuils d'effets sont définis pour les personnes et pour les structures selon l'arrêté du 29 septembre 2005 dit PGIC. Les effets irréversibles sur les personnes correspondent à des blessures dont les victimes garderont des séquelles ultérieures, tandis que les effets létaux correspondent au décès.

	Seuils des effets thermiques (pour une exposition de plus d'1 à 2 minutes avec un terme source constant)	Seuils des doses thermiques (pour une exposition courte avec un terme source non constant)
Effets irréversibles par effets indirects	/	/
Dangers significatifs ou effets irréversibles	3 kW/m ² : effets irréversibles par rayonnement thermique	600 (kW/m ²) ^(4/3) .s : effets irréversibles par rayonnement thermique
Dangers graves ou premiers effets létaux	5 kW/m ² : premiers effets létaux par rayonnement thermique	1000 (kW/m ²) ^(4/3) .s : premiers effets létaux par rayonnement thermique
Dangers très graves ou effets létaux significatifs	8 kW/m ² : effets létaux par rayonnement thermique	1800 (kW/m ²) ^(4/3) .s : effets létaux par rayonnement thermique

Tableau 1: Seuils d'effets thermiques et de surpressions pour les personnes (Arrêté du 29 Septembre 2005)

IV.2 CALCUL DU DEBIT DE FUITE

Pour le calcul du débit de fuite maximal à l'instant initial, la méthodologie utilisée et intégrée au logiciel ASSESS RISK est celle du guide bleu de l'UFIP (Union française des Industries Pétrolières). Pour les aspects de fuites transitoires, le modèle de Wilson détaillé dans le Yellow Book du TNO a été utilisé.

A. Cas de la rupture guillotine

Dans le cas de la rupture guillotine, il est fait l'hypothèse que la rupture intervient au milieu de la canalisation entre 2 sectionnements.

Dans une première approche, il est considéré que le sectionnement a lieu et que les deux côtés de la canalisation se vident rapidement par dépressurisation. Le débit de fuite est alors estimé par le modèle de Wilson pour les deux branches puis il est cumulé.

Le débit maximal à l'instant initial est de 167 kg/s. Il diminue rapidement lors de la dépressurisation de la canalisation de 5 bars jusqu'à la pression atmosphérique. La durée de la fuite est inférieure à 120 s.

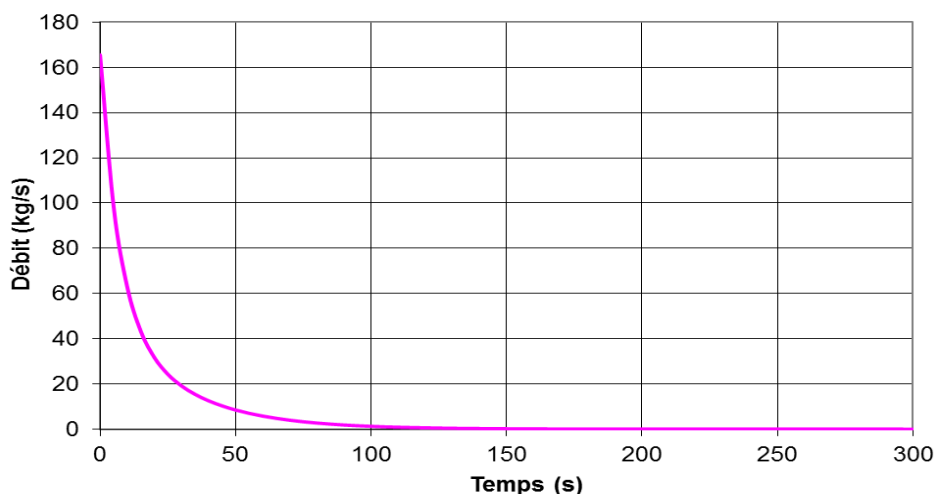


Figure 1 : Evolution transitoire du débit cumulé de gaz à la brèche avec sectionnement de l'alimentation (kg/s)

Dans un second temps, il est supposé que la canalisation est toujours alimentée et que le débit de fuite décroît alors jusqu'à un état stationnaire correspondant au débit maximal d'alimentation de 9000 Nm³/h.

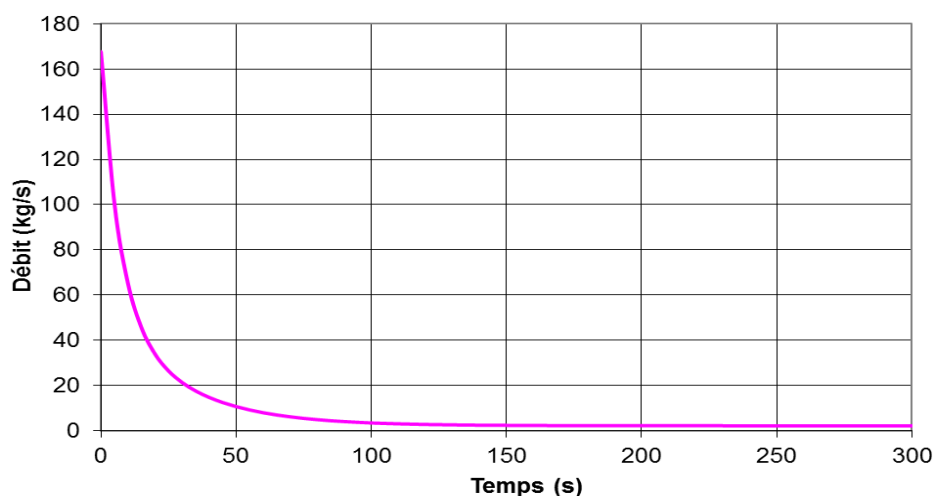


Figure 2 : Evolution transitoire du débit cumulé de gaz à la brèche sans sectionnement de l'alimentation (kg/s)

B. Cas de la brèche de 12 mm

Il est considéré que le débit de fuite reste constant et maximal pendant une durée suffisamment longue. La taille de la brèche n'est pas suffisante pour dépressuriser rapidement la canalisation et il n'y pas de sectionnement de l'alimentation.

Tableau 2 : Paramètres de fuite

Diamètre de la canalisation	400 mm
Diamètre de la brèche	12 mm
Débit de fuite	0.07 kg/s
Durée de fuite	>120 s

IV.1 CALCUL DES EFFETS THERMIQUES

A. Cas de la rupture guillotine

Dans le cas d'un sectionnement de l'alimentation pour la rupture guillotine, il est fait l'hypothèse d'une inflammation immédiate et le calcul des effets thermiques du jet enflammé se base sur l'évaluation des doses thermiques lors des 120 premières secondes. En effet, compte tenu de la rapidité de la vidange et du sectionnement, il est obligatoire de travailler en dose et pas en flux statique.

	Distance d'effet depuis la canalisation
Seuil des effets irréversibles (600 kW/m ²)	80 m
Seuil des effets létaux (1000 kW/m ²)	73 m
Seuil des effets létaux significatifs (1800 kW ^{4/3} /s)	68 m

Dans le cas de l'absence de sectionnement, il est fait l'hypothèse d'une inflammation lors de la première minute et le calcul des effets thermiques du jet enflammé se base sur l'évaluation des flux thermiques en mode stationnaire pour un débit constant alimenté par les pompes. Le débit de fuite étant relativement faible en phase alimentée, les distances d'effet sont très courtes en statique.

	Distance d'effet depuis la canalisation
Seuil des effets irréversibles (3 kW/m ²)	< 5m
Seuil des effets létaux (5 kW/m ²)	< 5m
Seuil des effets létaux significatifs (8 kW/m ²)	< 5m

B. Cas de la brèche de 12 mm

Dans le cas de la brèche de 12 mm, il est fait l'hypothèse d'une inflammation immédiate et le calcul des effets thermiques du jet enflammé stationnaire se base sur l'évaluation des doses thermiques en tenant compte de la vitesse de fuite des personnes. Le débit de fuite étant très faible, les distances d'effet sont très courtes en tenant compte de la vitesse de fuite des personnes.

Vitesse de déplacement des personnes	2.5 m/s
Temps de réaction	3 s

	Distance d'effet depuis la canalisation
--	-----------------------------------------

Seuil des effets irréversibles (600 kW/m ²)	<5
Seuil des effets létaux (1000 kW/m ²)	Non atteint
Seuil des effets létaux significatifs (1800 kW ^{4/3} /s)	Non atteint

A titre indicatif, les distances aux seuils d'effet en statique sont données ci-dessous.

	Distance d'effet depuis la canalisation
Seuil des effets irréversibles (3 kW/m ²)	< 5m
Seuil des effets létaux (5 kW/m ²)	< 5m
Seuil des effets létaux significatifs (8 kW/m ²)	< 5m