

INFLUENCE DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE PROPANE SUR LA GARE DE MASCOUCHE DU TRAIN DE L'EST

Mémoire soumis au :

Bureau des audiences publiques (BAPE)

Préparé par:

J.P. Lacoursière, ing.

Professeur associé

Département de génie chimique

Université de Sherbrooke

Janvier 2009

J.P. LACOURSIÈRE, ing.

**INFLUENCE DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE
PROPANE SUR LA GARE DE MASCOUCHE DU TRAIN DE
L'EST**

Préparé par :



Stéphanie Lacoursière, ing., M.Sc.A.

Date :

2009/01/12

Vérifié par :



Jean-Paul Lacoursière, ing.

Date :

2009/01/12

Janvier 2009

Table des matières

Préambule.....	v
Sommaire exécutif	1
1 Introduction	4
2 Auteurs de l'étude	4
3 Localisation de la gare et description des installations	6
3.1 Problématique.....	7
3.2 Caractéristique du propane.....	7
3.3 Scénarios d'accidents	7
3.4 BLEVE.....	8
3.5 Niveaux de dangers prédéfinis.....	10
3.5.1 CRAIM.....	10
3.5.2 Ministère de l'environnement	11
3.5.3 UK Health and Safety Executive (HSE)	11
3.5.4 Critères d'aménagement du territoire.....	11
4 Historiques d'accidents et fréquence	15
5 Rapport de R3 Solutions	15
6 Simulations.....	18
7 Conséquences des scénarios d'accidents	19
7.1 Scénario normalisé	19
7.2 Scénario alternatif 1, BLEVE de réservoir rempli à 50%.....	20
7.3 Scénario alternatif 2, BLEVE de réservoir rempli à 85%.....	21
7.4 Scénario alternatif 3, rupture de boyau	23
8 Effets dominos	24
9 Fréquences d'accidents	24
10 Distances de séparation entre les réservoirs d'Inter Propane et la Gare de Mascouche.....	25
10.1 Localisation de la gare en tenant compte des risques technologiques.....	25
10.1.1 Concept de départ sans mesures additionnelles de prévention.....	25
10.1.2 Concept avec mesures de réduction des risques.....	26
11 Eau incendie	29
12 Instructions du Ministère de la Sécurité Publique (Sécurité Civile) et plan d'urgence ...	29
13 Cadre réglementaire	30
14 Recommandations	31
15 Références.....	33
15.1 Rapports et autres documents	33
15.2 Documents internet.....	34

Tableaux

TABLEAU 1 NIVEAUX DE DANGERS.....	10
TABLEAU 2 DÉFINITION DES ZONES DE CONSULTATION	12
TABLEAU 3 MATRICE DE VULNÉRABILITÉ	14
TABLEAU 4 CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ.....	15
TABLEAU 5 PARAMÈTRES DE SIMULATION	18
TABLEAU 6 CONSÉQUENCE DU SCÉNARIO NORMALISÉ D'ACCIDENT	19
TABLEAU 7 CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT ALTERNATIFS À REMPLISSAGE DE 50%	21
TABLEAU 8 CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT ALTERNATIFS À REMPLISSAGE DE 85%	22
TABLEAU 9 RUPTURE DE BOYAU DE DÉCHARGEMENT/CHARGEMENT DE CAMION-CITERNE	24

Figures

FIGURE 1 BOILING LIQUID EXPANDING VAPOUR EXPLOSION (BLEVE)	9
FIGURE 2 ZONES DE CONSULTATION POUR L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE AU ROYAUME-UNI.....	13

Annexes

ANNEXE 1 DESCRIPTION D'ACCIDENTS IMPLIQUANT LE PROPANE	35
ANNEXE 2 COURRIEL DE GRAHAM CREEDY	41
ANNEXE 3 ILLUSTRATION D'ACCIDENTS IMPLIQUANT LE PROPANE	44
ANNEXE 4 SMART HOSE	54
ANNEXE 5 LIGNES DIRECTRICES VISANT À FAVORISER L'INTERVENTION LORS D'INCIDENTS IMPLIQUANT LA PRÉSENCE DE PROPANE.....	61

Définitions

BLEVE	(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) Cet événement peut se produire lorsqu'un contenant pressurisé de gaz liquéfié est chauffé par une flamme. La chaleur du feu réchauffe le liquide et augmente la pression. Bien que la soupape de sécurité prévienne la surpression du contenant en conditions normales, le métal au-dessus du niveau de liquide surchauffe et s'affaiblit. Éventuellement, le contenant se rupture et son contenu est projeté à l'extérieur avec explosion. Si le produit est inflammable, il s'enflamme instantanément produisant une boule de feu
Charge thermique	Il est communément admis que les effets thermiques (effets létaux et brûlures significatives) dépendent d'une variable dite "charge thermique" en $\phi^{4/3} \cdot t$, où ϕ est la densité de flux thermique reçue (en kW/m ²) et t la durée d'exposition à cette densité de flux (en secondes).
Dangers:	Source de dommages potentiels ou situation pouvant entraîner des blessures, des problèmes de santé ou des dommages aux biens, à l'environnement ou autres valeurs ou encore une combinaison de telles conséquences.
Dompage (conséquence):	Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou atteinte aux biens ou à l'environnement.
Mesures d'atténuation :	Équipements ou procédures ou les deux, destiné(e)s à restreindre les conséquences d'un accident sur le public et les zones sensibles.
Mesures d'atténuation actives :	Systèmes destinés à restreindre les conséquences d'un accident sur le public et les zones sensibles qui demandent l'intervention humaine, d'un mécanisme externe ou d'une source d'énergie.
Mesures d'atténuation passives :	Systèmes destinés à restreindre les conséquences d'un accident sur le public et les zones sensibles qui ne demandent pas d'intervention humaine, de mécanisme externe ou de source d'énergie.
Risque :	Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité (conséquence).
Scénario normalisé d'accident:	Le scénario normalisé d'accident est le relâchement de la plus grande quantité d'une substance dangereuse, détenue dans le plus gros contenant, dont la distance d'impact est la plus grande. Il prend en compte seulement les mesures d'atténuation passives.
Scénario alternatif	Le scénario alternatif représente l'accident le plus important qui peut

d'accident: se produire pour une substance dangereuse. Ce scénario tient compte de la proximité et de l'interconnexion des contenants de la substance concernée. Toutefois, il tient aussi compte des mesures d'atténuation passives et actives.

Zones sensibles: Les zones sensibles sont les éléments externes à un établissement pouvant être affectés lors d'un accident, ex.: quartiers résidentiels, lieux de stockage de produits chimiques, hôpitaux, institutions d'enseignement, voies de communication, sites naturels particuliers, zones écologiques, prises d'eau potable, aquifères, etc.

Unités

kg	kilogramme
kPa	kilopascal
kW	kilowatt
m	mètre
l	litre
m²	mètre carré
psig	livres par pouce carré
s	seconde

Préambule

Le présent mémoire a été établi sur la base des informations disponibles dans les documents soumis au Bureau des audiences publiques, et des données et méthodologies généralement utilisées pour les calculs de risques.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

J.P. Lacoursière, ing. se dégage de toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de cette étude.

Sommaire exécutif

Le Train de l'Est est un projet d'infrastructure important pour l'Est de Montréal et pour la Couronne Nord de Montréal. Il aura des impacts positifs sur l'environnement et les activités économiques. Nous en supportons sans l'ombre d'un doute sa réalisation.

Ce projet est un investissement pour le long terme. Il doit donc est bien réalisé au départ. Tous les éléments qui peuvent influencer sa réalisation doivent être pris en compte tant ceux reliés au concept de train à utiliser que ceux reliés à l'environnement classique, à l'environnement humain dont le bruit et les vibrations que ceux reliés aux risques technologiques. Le train en lui-même ne représente pas un risque technologique. Cependant, la localisation d'infrastructures dont les gares où transiteront un grand nombre de personnes ou même dans certains cas les occuperont, près d'installations potentiellement génératrices de risques majeurs, mérite qu'une analyse rigoureuse soit faite.

À titre d'ingénieurs spécialisés en risques technologiques, nous avons passé en revue les documents qui ont été soumis au Bureau des Audiences Publiques du Québec (BAPE) et nous présentons dans ce mémoire les résultats de notre analyse. Ces réflexions et recommandations sont constructives et nous sommes persuadés qu'elles permettront d'améliorer la qualité du projet.

Nous avons formulé 7 recommandations. Quatre sont de nature spécifique au projet de la gare de Mascouche de l'AMT et contribueront à rendre ce projet plus sécuritaire considérant qu'il est à proximité d'un site de stockage de propane. Ces recommandations suivent.

Recommandation 1 pour le BAPE et le MDDEP

Ne pas utiliser les distances et fréquences publiées dans le rapport de R3 Solutions car elles sont basées sur une technologie périmée et ne doivent pas être utilisées pour établir les distances de séparation entre la gare et ses infrastructures et les installations de stockage de Inter Propane.

Recommandation 3 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Localiser la gare de Mascouche à un minimum de 355 m des réservoirs d'Inter Propane si des mesures robustes de prévention ne sont pas mises en place sur les installations de stockage de propane d'Inter Propane.

Recommandation 4 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Il faudra une entente entre l'AMT, la Ville de Mascouche et Inter Propane pour financer et réaliser ce projet puisque cette recommandation touche les équipements appartenant à Inter Propane

- **Enrober les réservoirs de propane d'isolation thermique (pare-feu) de façon à retarder le réchauffement de ces équipements en cas d'incendie les affectant.**
- **Utiliser des Smart Hoses ou systèmes équivalents aux postes de réception et de livraison de propane.**

Ville de Mascouche

- **Assurer que le réseau d'aqueduc est en mesure de fournir la quantité d'eau incendie requise, *chiffre à venir*.**

Régie du bâtiment

- **Procéder à l'inspection régulière des installations d'Inter Propane. Responsabilité : Cédule d'inspection à être établie par la régie.**

L'application de ces recommandations est justifiée par la nécessité d'amener le niveau de risque au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible de le faire.

Recommandation 5 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Si la recommandation 4 est appliquée, la Gare de Mascouche peut être construite à l'endroit qui est proposé.

Trois recommandations sont de nature plus générale.

Recommandation 2 pour le MDDEP

Que le Mini-Guide et son pendant informatique SERI ne soient plus utilisés jusqu'à une mise à jour majeure et que les projets qui utiliseraient cette technologie soient jugés irrecevables par le ministre du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs.

Recommandation 6 Ministre de la sécurité publique

Mettre en place après consultation appropriée des acteurs impliqués, les règlements requis pour l'application de la Loi de sécurité civile en ce qui a trait à la gestion des risques technologiques.

Recommandation 7 Ministres des Affaires municipales, du Développement Durable, de l'Environnement et des parcs, de la Sécurité Publique et de la Santé et des services sociaux

Mettre en place après consultation appropriée des acteurs impliqués, les règles requises pour l'aménagement du territoire autour des sites à risques.

Nous aimerions terminer ce sommaire par une réflexion du professeur Trevor Kletz, le spécialiste mondial en risque technologique :

If you think that safety is expensive, try an accident.

Si vous pensez que la sécurité coûte cher, essayez un accident.

1 Introduction

L'Agence métropolitaine de transport (AMT) propose la mise en service du train de l'Est, une nouvelle ligne de train de banlieue desservant l'est de Montréal et le nord-est de la région métropolitaine. Dans ce contexte, le projet à l'étude porte sur la construction d'une voie ferrée de 14,5 km entre le boulevard Céline-Dion, à Charlemagne, et le parc industriel de Mascouche, en utilisant notamment la partie centrale de l'autoroute 640 sur une distance d'environ 8 km.

Le promoteur aménagerait quatre gares le long du tracé projeté, soit celles de Charlemagne, de Repentigny, de Terrebonne et de Mascouche.

Ce projet fait l'objet d'une enquête du Bureau des audiences publiques du Québec (BAPE). La première phase de ces audiences s'étant déroulée le 9 décembre.

Il appert que la gare de Mascouche serait à proximité d'un stockage de propane exploité par la compagnie Inter Propane inc.

Une étude de risques rédigée par R3 Solutions ayant d'ailleurs été déposée auprès du BAPE. (PR8.6).

Les risques associés au stockage de propane surtout lorsque ces stockages sont à proximité de lieux où il y a présence de public, justifient une étude rigoureuse de risques afin spécifiquement d'élaborer des mesures de protection adéquates.

2 Auteurs de l'étude

Jean-Paul Lacoursière

Jean-Paul Lacoursière, ingénieur-chimiste a acquis une expérience de 40 ans dans l'industrie pétrochimique.

Il exerce son expertise dans la gestion des risques. Il a été associé aux travaux du défunt Conseil Canadien des Accidents Industriels Majeurs (CCAİM) dont la fonction était de développer des outils d'aide à la gestion des risques. Il a écrit une section de la norme nationale CAN/ACNOR Z-731 (Les plans d'urgence dans l'industrie).

Il a participé à la rédaction du Mini guide sur la gestion des substances dangereuses pour les municipalités et l'industrie (CCAİM 1994) et coordonné le développement du logiciel *SERI*, qui est une application informatique du Mini guide

Il a participé au développement du règlement sur les urgences environnementales de la Loi canadienne de l'environnement, 1999.

Il a participé à la rédaction des Guides d'analyse et de gestion des risques d'accidents industriels majeurs du Conseil pour la réduction des risques d'accidents industriels majeurs (CRAIM 2002).

Il a exécuté plusieurs études de risques pour des centres de stockages de propane tant au Québec qu'en Alberta.

Il est spécialisé en simulation de conséquences de fuites de produits toxiques et d'explosion.

Il a participé aux études de risques du terminal de gaz naturel liquéfié (GNL) de Gros-Cocouna

Il est chercheur invité par la Commission Européenne pour la directive sur l'aménagement du territoire ainsi que pour le projet ARAMIS dont la fonction est l'élaboration des scénarios d'accidents et l'évaluation des barrières de sécurité.

Il est membre du Conseil scientifique de l'Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels (INERIS) de la France et de celui de l'Institut Mary K. O'Connor de l'Université Texas A&M.

Il préside le Loss Prevention Symposium de l'American Institute of Chemical Engineers (AIChE) de 2009.

Il est professeur associé et chargé d'un cours en analyse et gestion des risques technologiques au département de génie chimique de la faculté d'ingénierie de l'université de Sherbrooke.

Il fait partie de la délégation canadienne auprès du groupe de travail sur les accidents chimiques de l'Organisation pour la Coopération et le Développement Économique (OCDE).

Stéphanie Lacoursière

Stéphanie Lacoursière est ingénieure chimiste, possède une maîtrise en génie chimique. Elle se spécialise en simulation dont en particulier l'utilisation du logiciel PHAST de DNV Technica.

Elle a exécuté des simulations de scénarios d'accidents de substances inflammables et toxiques pour plusieurs types d'industries : chimiques, pétrochimiques, alimentaires, terminaux portuaires, usines de panneaux de bois et usines de cogénération, mines, et pipelines.

Elle est spécialiste dans les analyses de barrières de sécurité.

3 Localisation de la gare et description des installations

L'agence de Transport Métropolitain propose de construire une gare ferroviaire à Mascouche. Cette gare comportera les éléments suivants (PR 3.1) :

- Un stationnement incitatif de 724 places;
- Trois entrées donnant sur le prolongement du boulevard Industriel;
- Un débarcadère d'autobus;
- Un stationnement de courte durée avec dépose minute;
- La distance de marche pour les usagers variera de quelques mètres à 436 m;
- Des bancs et abris pour les usagers construits en bordure des quais;
- Un bâtiment administratif destiné à accueillir les bureaux de la MRC Les Moulins;
- Un centre de petite enfance;
- Des équipements de vente et de perception installés dans un petit bâtiment d'accueil intégré à ce bâtiment multifonctionnel;
- La Ville de Mascouche a également fait part d'un projet de développement résidentiel visant à développer les terrains situés au sud et à l'ouest du site de la gare Mascouche.

Cette gare serait à environ 350 m selon l'étude de R3 Solutions Inc (PR 8.6) ou à environ 270 m selon le verbatim de la séance du BAPE du 9 décembre des installations de stockage et distribution de propane d'Inter Propane, inc..

Les installations d'Inter Propane Inc. comporteraient selon les informations disponibles :

- Un réservoir de 62 000 gallons US (USWG)
- Un réservoir de 1 000 gallons US (USWG)
- Des installations de réception et de chargement de camions-citernes
- Des facilités de vente au détail de propane.

Il est présumé que ces installations ont été construites selon les exigences de la norme ACNOR B149.2 « Code sur l'emmagasiner et la manipulation du propane » en application au moment de la construction et selon les exigences de la Régie du Bâtiment.

Il est aussi présumé que les installations font l'objet d'une inspection au moins à tous les 3 ans par la Régie du bâtiment.

3.1 Problématique

Avant de procéder plus loin dans ce mémoire, il est important de comprendre les caractéristiques du propane et les scénarios d'accidents qui peuvent survenir.

3.2 Caractéristique du propane

Le propane (UN 1978) est un gaz de pétrole liquéfié (GPL) très inflammable. Le propane est entreposé et manipulé à l'état liquide sous pression à l'intérieur d'un récipient, c'est-à-dire une bonbonne, un réservoir, une citerne routière ou ferroviaire.

Le propane est inodore et non toxique mais pour le rendre perceptible, un additif odorant (le mercaptan) lui est incorporé. Il est toutefois possible de retrouver du produit sans mercaptan dans certaines citernes ferroviaires et, occasionnellement, dans certaines citernes routières. La densité du propane gazeux est de 1,52, ce qui signifie que les vapeurs du propane sont 1,52 fois plus lourdes que l'air. Conséquemment, elles ont tendance à s'accumuler dans les parties basses.

Pour devenir combustible, le propane doit se mélanger dans une certaine proportion à l'oxygène contenu dans l'air. Le mélange propice à la combustion se situe entre la limite inférieure d'inflammabilité (LII) et la limite supérieure d'inflammabilité (LSI), soit entre 2,15 % (LII) et 9,6 % (LSI) de propane dans l'air ambiant. Il est également important de préciser que lorsqu'un litre de propane liquide est relâché à 25 degrés Celsius, il va se détendre de manière à produire 270 litres de vapeurs de propane.

Les dangers potentiels du propane sont le feu, le rayonnement thermique du feu, l'onde de choc résultant d'une explosion et les débris projetés par l'explosion d'un récipient contenant des vapeurs du liquide en ébullition (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion* ou BLEVE) ainsi que les possibilités d'engelures lors d'un contact avec du propane liquide.

3.3 Scénarios d'accidents

La liste suivante présente des scénarios d'accidents susceptibles de se produire sur un stockage de propane (HSE 1) :

- Rupture catastrophique suivi d'une explosion générant une onde de choc;
- Déversement de propane en liquide, nuage de vapeurs explosives, feu de flaque, feu en chalumeau;
- Bris de conduites, nuage de vapeurs explosives, explosion et ondes de choc, et feu en chalumeau

- Bris de boyaux nuage de vapeurs explosives, explosion et ondes de choc, feu en chalumeau;
- Fuites sur tuyauterie nuage de vapeurs explosives, explosion et ondes choc, feu en chalumeau;
- Fuites sur joints mécaniques de pompes et compresseurs, feu en chalumeau;
- Défaillance lors de remplissage de cylindres, nuage de vapeurs explosives, explosion et ondes de choc;
- Opération de chargement ou déchargement de camions-citernes, bris de boyaux, nuages de vapeurs explosives, explosion et ondes de choc, feu en chalumeau
- Engouffrement de récipient dans la flamme
- Incendie dans un lot de cylindres, missiles, effets dominos
- BLEVE
 - Rayonnement thermique
 - Onde de choc
 - Projection de fragments à grande distance
 - Effets dominos.

3.4 BLEVE

Le BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) représente le risque le plus important associé à un réservoir de gaz de pétrole liquéfié (GPL) dont en particulier le propane. Cet événement peut se produire lorsqu'un contenant pressurisé de GPL est chauffé par une flamme. La chaleur du feu réchauffe le liquide et augmente la pression. Bien que la soupape de sécurité prévienne la surpression du contenant en conditions normales, le métal au-dessus du niveau de liquide surchauffe et s'affaiblit. Éventuellement, le contenant se rupture et son contenu est projeté à l'extérieur avec production d'une boule de feu et une onde de choc. La Figure 1 tirée d'un rapport d'enquête de la US Chemical Safety Board illustre le développement d'un BLEVE.

Tous les stockages de gaz liquéfiés sous pression sont susceptibles d'être le siège d'un BLEVE. En effet, le BLEVE est associé avant tout à un changement d'état à caractère explosif, et non à une réaction de combustion comme c'est le cas des explosions de nuages de gaz. (INERIS Ω-5)

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

- la propagation d'une onde de choc (onde de surpression);
- la projection de fragments à des distances parfois très importantes;

- et, la formation d'une boule de feu dont le rayonnement thermique peut devenir prépondérant en termes de conséquences.

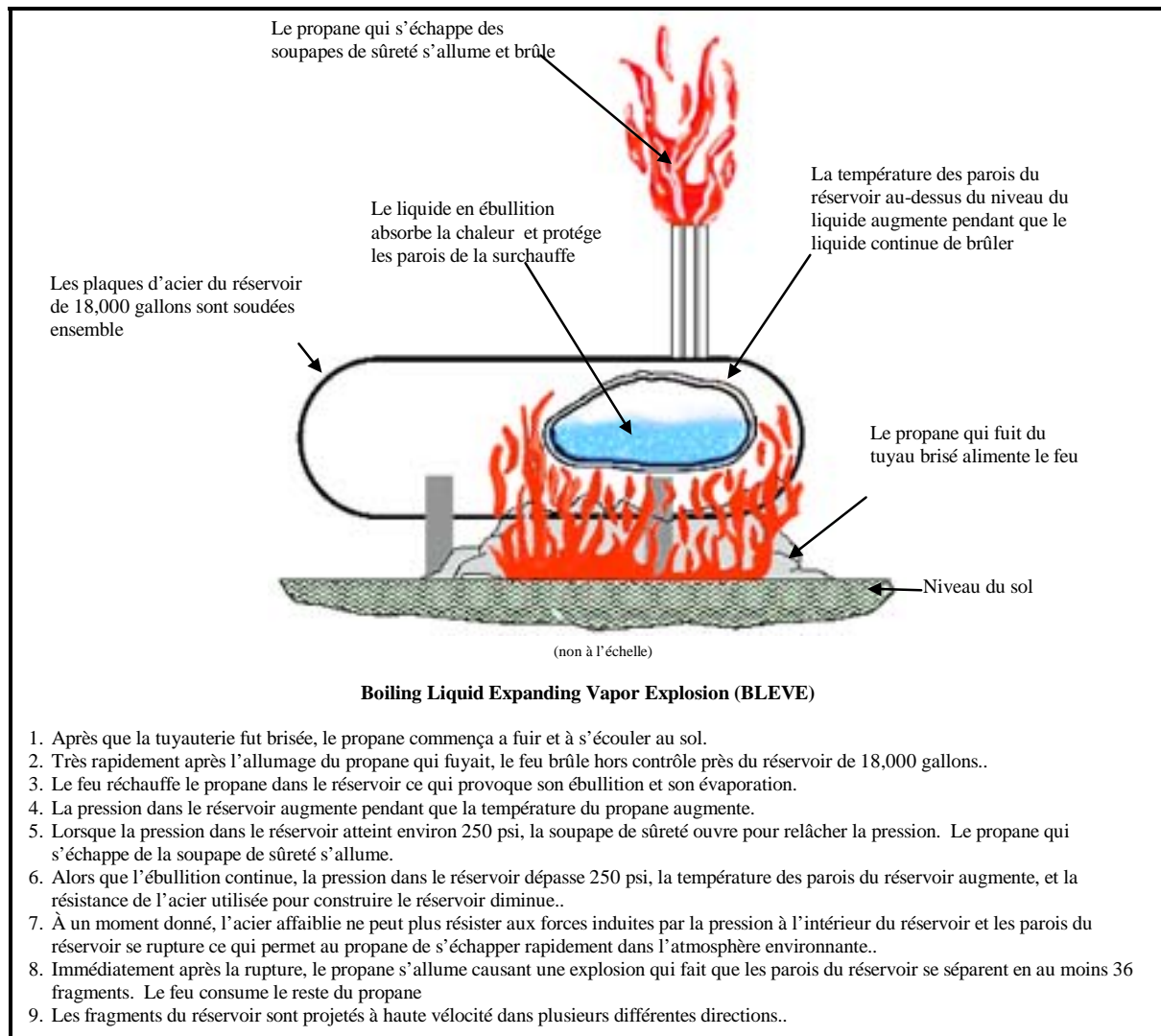


FIGURE 1 Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)

3.5 Niveaux de dangers prédéfinis

Dans ce chapitre, les niveaux de dangers prédéfinis pour fins d'aménagement du territoire seront présentés. Les niveaux de dangers qui ont été utilisés pour le calcul des scénarios d'accidents sont regroupés au Tableau 1. Des simulations informatiques ont été faites pour établir les distances auxquelles les niveaux de dangers prédéfinis se retrouvent.

TABLEAU 1 NIVEAUX DE DANGERS

CRITÈRES DU CRAIM (CRAIM 2002)				
EXPLOSION	20,7 kPag (3 psig)	13,78 kPag (2 psig)	6,89 kPag (1 psig)	2,07 kPag (0,3 psig)
	<ul style="list-style-type: none"> Rupture de réservoirs de stockage de produits pétroliers. 	<ul style="list-style-type: none"> Dommages importants aux structures d'acier des édifices qui peuvent en causer l'écroulement. Seuil d'effets menaçant pour la vie. 	<ul style="list-style-type: none"> Dommages importants aux murs porteurs (murs de briques, de bois) qui peuvent en causer l'écroulement. Seuil pour la planification d'urgence 	<ul style="list-style-type: none"> Bris de fenêtres qui peuvent causer des blessures par projection de débris de verre. Correspond à la distance maximale atteinte par les projectiles lors d'une explosion
RAYONNEMENT THERMIQUE (ENVIRONNEMNET 2002)				
BOULE DE FEU	25 kW/m ²	5 KW/m ²		
	<ul style="list-style-type: none"> Seuil d'effets menaçant pour la vie. 	<ul style="list-style-type: none"> Brûlure au 2^{ième} degré en 40 secondes. 		
CHARGE THERMIQUESE, Health and Safety Executive				
BOULE DE FEU	1 800(kW/m ^{2,4/3}).s	1 000(kW/m ^{2,4/3}).s	500(kW/m ^{2,4/3}).s	
	<ul style="list-style-type: none"> Critère de dose thermique dangereuse pour une population moyenne portant des vêtements. Cette dose thermique peut conduire à des brûlures fatales pour 50% de la population exposée. 	<ul style="list-style-type: none"> Critère de dose thermique dangereux pour une population moyenne pourtant des vêtements. Dose thermique conduisant à des brûlures sérieuses et à un faible pourcentage de mortalité. 1% 	<ul style="list-style-type: none"> Critère de dose thermique dangereux pour une population vulnérable. Brûlure du deuxième degré peut être fatale dans certains cas 	

3.5.1 CRAIM

Dans le contexte québécois, il est habituel de définir un scénario normalisé d'accident, c'est le Worst Case Scenario de la U.S. Environmental Protection Agency. (CRAIM, 2002), (EPA, 1999), (EPA, 2000). Le niveau de danger utilisé pour le scénario normalisé pour les substances inflammables et explosives, tel le propane, est la suppression de 1 psig (6,89 kPag). Ce niveau de danger est utilisé dans une opération de ciblage des sites à risques pour déclencher le processus de maîtrise des risques et de planification des mesures d'urgence et correspond à la partie grisée du Tableau 1.

3.5.2 Ministère de l'environnement

Le Ministère de l'environnement a publié en 2002 un guide, pour l'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs à être utilisé dans le cadre des études d'impact. Un rayonnement thermique de 25 kW/m^2 est spécifié pour les événements de courte durée type boule de feu et de 5 kW/m^2 pour les événements de longue durée dont les feux de flaques.

3.5.3 UK Health and Safety Executive (HSE)

Aucun des critères énoncés précédemment n'est pertinent pour l'aménagement du territoire autour des sites à risques de stockage de propane. L'utilisation de critères basés sur le rayonnement thermique conduit à des distances beaucoup trop grandes considérant que les boules de feu résultant d'un BLEVE ont une durée d'environ 20 secondes.

La Health and Safety Executive (HSE) du Royaume Uni a développé des critères basés sur un concept de charge thermique. (CRR97129), (CRR00285). Ces critères prennent en compte le niveau de rayonnement thermique auquel le récepteur est soumis et le temps d'exposition. Le niveau de rayonnement thermique est à la puissance $4/3$ pour donner plus de poids à cette variable. Cette charge thermique est exprimée par le paramètre $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$ où :

kW = kilowatt

m = mètre

s = seconde

Des critères de charge thermique similaires sont utilisés par Le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Aménagement du territoire de la France. (MEDAD 1).

3.5.4 Critères d'aménagement du territoire

Il faut maintenant traduire ces données de charge thermique en critères d'aménagement du territoire. Il y a lieu de garder à l'esprit que le type d'accident associé à un BLEVE de réservoir de propane se déroule très rapidement. Sur un réservoir conventionnel sans isolation thermique, la rupture peut se produire entre 5 à 30 minutes après le début d'un feu en chalumeau suite à une fuite, elle se produit généralement en 10 minutes. Ceci laisse peu de temps pour l'intervention des services de protection incendie et surtout pour l'évacuation des populations exposées dont en particulier les populations vulnérables.

Les critères les plus appropriés pour l'aménagement du territoire dans de telles circonstances sont ceux de la HSE (HSE2)

HSE utilise un concept de zone de consultation comportant une zone intérieure (IZ), une zone centrale (MZ) et une zone extérieure (OZ), Figure 2. Ces zones sont déterminées par une étude de risques détaillée qui prend en compte les facteurs suivants : Les niveaux de dangers, de conséquences et de probabilités des substances toxiques et/ou inflammables présentes, le volume de substances et les méthodes d'entreposage. Les risques et les dangers du site générateur de risques (major hazard installation) sont plus grands dans la zone intérieure (IZ) et les restrictions aux développements y sont les plus sévères. La distance de consultation inclut tout le territoire compris dans chaque zone et le site générateur de risques. À la Figure 1 cette distance de consultation est définie par les termes « CD Boundary ».

TABLEAU 2 DÉFINITION DES ZONES DE CONSULTATION

Zone intérieure (IZ)
Zone centrale (MZ)
Zone extérieure (OZ)

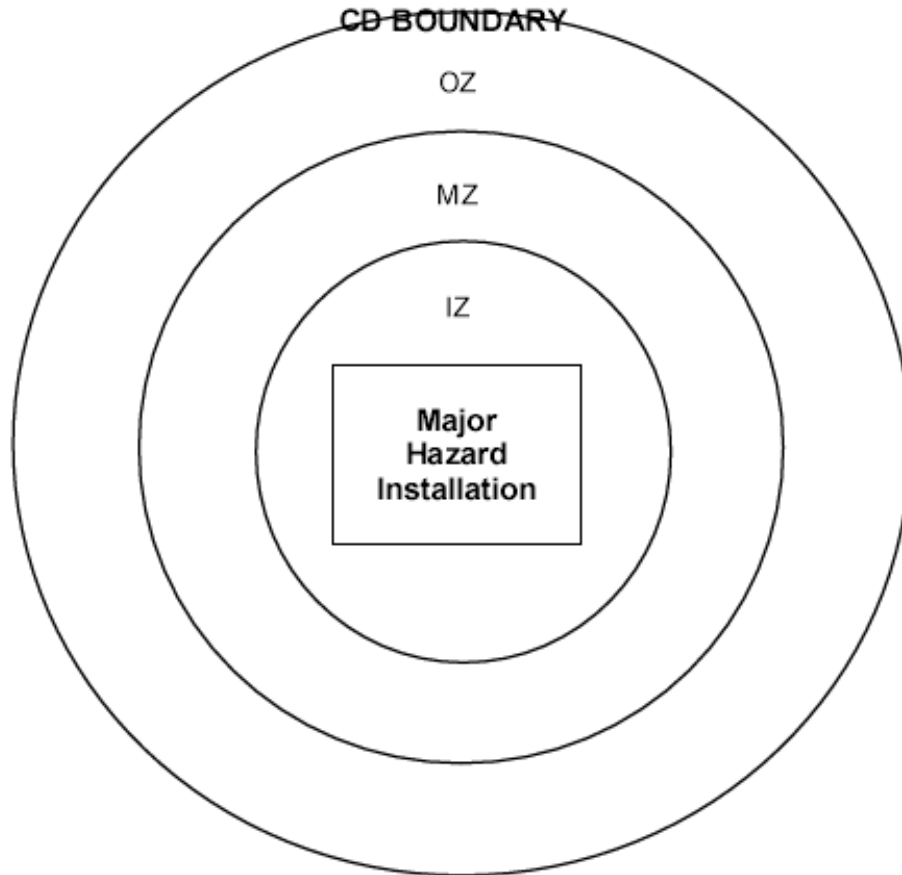


Figure 2 Zones de consultation pour l'aménagement du territoire au Royaume-Uni

L'étape suivante est de déterminer le niveau de vulnérabilité (Sensitivity Level) des populations potentiellement affectées.

Le niveau de vulnérabilité est basé sur une logique claire de façon à imposer des restrictions plus sévères quand le niveau de vulnérabilité de l'occupation du sol augmente. Il y a 4 niveaux de vulnérabilité :

- Niveau 1 – Basé sur la population normale de travailleurs;
- Niveau 2 - Basé sur le public en général – à la maison et impliqué dans des activités normales;
- Niveau 3 – Basé sur les membres vulnérable du public (enfants, ceux avec une mobilité réduite et ceux qui sont incapables de reconnaître un danger physique; et
- Niveau 4 – Populations importantes de niveau 3 et populations importantes de niveau 2 à l'extérieur (stadium, etc).

Les développements sont analysés en utilisant la grille qui suit. Pour ce mémoire, seul les cas pertinents pour la gare de Mascouche sont représentés.

TABLEAU 3 MATRICE DE VULNÉRABILITÉ

Type de développement	Exemples	Détails du développement et dimension	Justificatif
Habitations	Maisons, appartements, appartements pour personnes retraitées, bungalows, roulottes, maisons mobiles	Développements jusqu'à 30 appartements et une densité maximale de 40 par hectare. Niveau 2	Développement où des personnes vivent ou sont résidents temporaires. Il peut être difficile d'organiser et d'évacuer les personnes en cas d'urgence.
Utilisation extérieure par le public	Gares ferroviaire, arrêt d'autobus	Principalement un développement extérieur utilisé par le public en général i.e. développement où les personnes seront en général à l'extérieur et où jamais plus de 100 personnes sont présentes simultanément. Niveau 2	Développement où des membres du public seront présent (mais non résident) soit à l'intérieur où à l'extérieur. L'intervention d'urgence pourrait être difficile à coordonner.
Utilisation extérieure par le public	Gares ferroviaire, arrêt d'autobus	Principalement un développement extérieur utilisé par le public en général i.e. développement où les personnes seront en général à l'extérieur et où plus de 100 et jusqu'à 1 000 personnes sont présentes simultanément. Niveau 3	Augmentation substantielle du nombre de personnes à risques et plus vulnérables comme elles sont à l'extérieur.
Institutionnel	Centres de petites enfance, crèches, écoles pour enfants de niveau primaire	Développement important institutionnel et accommodation spéciale pour des personnes vulnérables (ou qui fournit un environnement protectif) ou des soins de 24 heures. Niveau 4	Endroit qui fournit des soins ou de l'enseignement, etc. Considérant leur âge, les occupants de ces lieux peuvent être spécialement vulnérables à des blessures suite à un accident impliquant des substances dangereuses. Les interventions d'urgence et les évacuations peuvent être très difficiles. Le risque pour un individu peut être faible mais il y a un haut niveau de préoccupation sociale.

Après avoir déterminé dans quelle zone le développement se trouve et le niveau de vulnérabilité du développement, HSE utilise la matrice suivante pour déterminer le type d'avis à fournir au développeur et à la municipalité.

TABLEAU 4 CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ

Niveau de vulnérabilité	Développement dans la zone intérieure	Développement dans la zone centrale	Développement dans la zone extérieure
1	DAA	DAA	DAA
2	AA	DAA	DAA
3	AA	AA	DAA
4	AA	AA	AA

DAA = Ne pas donner d'avis défavorable (**Don't Advise Against development**)

AA = Donner un avis défavorable (**Advise Against development**)

4 Historiques d'accidents et fréquence

Le BLEVE est le plus dévastateur des accidents qui se produisent dans l'industrie chimique et des gaz de pétrole liquéfiés. Il est accompagné par une onde de choc causée par l'explosion et la projection à haute vitesse et sur de grandes distances de fragments de grandes dimensions, le tout accompagné par une boule de feu. Tasmeeen et S.A. Abbasi rapportent plus de 80 BLEVEs qui se sont produits entre 1940 et 2005 qui ont causé plus de 1000 pertes de vies, des blessures à plus de 10 000 personnes et des dommages estimés à plusieurs milliards de dollars. (Abbasi 2007). Une sélection de BLEVEs est présentée en Annexe 1. Ce type d'accident touche des équipements de toutes dimensions.

5 Rapport de R3 Solutions

R3 Solutions a effectué une analyse de risques des installations de stockage de propane de Inter Propane inc. Ce document est répertorié sous le numéro PR 8.6 des documents de cette Commission.

Dans ce rapport, il est affirmé que les ZONES DE DANGER sont :

Vie: Cercle - 133 m de rayon (55571 m²) centré à 45° 43'78N, 73° 35'58W

Santé: Cercle - 588 m de rayon (1.09 km²) centré à 45° 43'78N, 73° 35'58W

	10-4	10-5	10-6
Zone de danger pour la vie :	99 m	133 m	167 m
Zone de danger pour la santé :	438 m	588 m	739 m
Probabilité d'occurrence :	10 exp-6		

Le consultant indique que :

« Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel SERI qui signifie « **Système d'évaluation des risques industriels** ». Ce logiciel est la version validée du **Conseil canadien d'accident industriel majeur**, le **CCAIM**, et résulte d'une méthode d'évaluation des risques industriels développée par les Hollandais à l'intention de leurs pompiers et de leur sécurité civile. Cette méthode, qui est appliquée avec succès en Hollande, fut reconnue par le **CCAIM** comme l'une des plus efficaces pour évaluer les risques industriels majeurs sur un territoire donné et fut incorporée dans son Mini-Guide.

Notre démarche d'analyse de risques rejoint donc celle proposée par les **Normes nationales du Canada** sur la planification des mesures d'urgence dans l'industrie CAN/CSAZ731.

Nous avons validé nos calculs et déterminé les conséquences des scénarios à l'aide du logiciel ARCHIE (Automated Resource for Chemical Incident Evaluation) des États-Unis recommandé par FEMA/DOT/EPA. »

Le Mini-Guide du Conseil Canadien des Accidents Industriels Majeurs (CCAIM 1994) a été élaboré à partir du document publié par le « Fire Service of the Minister of Home Affairs of the Netherlands, sous le titre **Guide to Hazardous Industrial Activities by the Netherlands Organization of Applied Research (TNO)** ».

Ce document publié à la fin des années 80 était destiné aux services incendies des Pays-Bas afin de faire le ciblage des sites à risques de ce pays pour fixer les priorités d'inspection. Il comporte une série d'abaques permettant de déterminer les distances d'impact en cas d'accidents. Ces abaques décrivant le comportement de classes de substances dangereuses, avaient été élaborés à partir des technologies de simulation du milieu des années 80.

Ce document n'était d'aucune façon destinée à servir à déterminer l'aménagement du territoire autour des sites à risques des Pays-Bas, c'est-à-dire à déterminer la distance de séparation entre ces sites à risques et les populations.

À défaut d'autres références, le CCAIM choisit ce document pour construire l'architecture du Mini-Guide. Les distances d'impact d'accidents de substances dangereuses ont donc été établies à partir des abaques du Guide des Pays-Bas. Afin d'établir les courbes de risques deux scénarios ont été établis :

- Petite fuite à une fréquence de 1/10000 ans

- Grande fuite (vider le contenant en 30 minutes) à une fréquence de 1/1 000 000 ans.

Les fréquences ont été établies de façon arbitraire.

Il est à souligner que ce guide ne prend en aucune façon compte des accidents de type BLEVE. On croyait à l'époque que ces phénomènes étaient peu fréquents et qu'il n'y avait pas lieu d'en tenir compte dans l'aménagement du territoire. Voir la copie du courriel de Graham Creedy en Annexe 2. On notera dans ce courriel que le Mini-Guide a été retiré de la circulation jusqu'à révision majeure.

Il faut noter que le CCAIM a cessé d'exister en 1999 et que ses publications n'ont pas été mises à jour.

Le logiciel SERI « **Systeme d'évaluation des risques industriels** » quant à lui est une application informatique du Mini-Guide.

Les analyses qui servent à établir les distances de séparation entre les sites générateurs de risques technologiques doivent être faites d'une manière très rigoureuse, d'un côté il y a la sécurité des populations en jeu de l'autre côté, il y a des intérêts économiques car limiter l'utilisation du territoire à un impact social. Il faut arriver à l'équilibre et ceci demande de faire appel aux meilleures sciences et techniques du métier d'ingénieur, dont :

- La mécanique des fluides;
- La thermodynamique;
- La résistance des matériaux;
- Les sciences humaines du comportement.

Heureusement, la connaissance a évolué depuis l'époque où le mini guide a été publié et une abondante littérature provenant des retours d'expérience et de la recherche a été publiée. TNO, INERIS, HSE, CCPS et bien d'autres sont des leaders du domaine. Cette recherche a été codifiée dans le logiciel *PHAST* de DNV constamment mis à jour et l'outil de référence du domaine.

Donc en tant qu'ingénieur spécialisé en risques technologiques et en tant que co-auteur du Mini-Guide et du logiciel SERI et de l'analyse que j'ai faite du rapport de R3 Solutions je me dois de signaler à la Commission que les distances présentées dans ce rapport sont trop courtes et les fréquences trop optimistes.

Recommandation 1 pour le BAPE et le MDDEP

Les distances et fréquences publiées dans le rapport de R3 solutions sont basées sur une technologie périmée et je recommande qu'elles ne soient pas utilisées pour établir les distances de séparation entre la gare et ses infrastructures et les installations de stockage d'Inter Propane.

Recommandation 2 pour le MDDEP

Je recommande que le Mini-Guide et son pendant informatique SERI ne soient plus utilisés jusqu'à mise à jour majeure et que les projets qui utiliseraient cette technologie soient jugés irrecevables par le ministre du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs.

6 Simulations

Considérant la lacune identifiée précédemment nous avons donc procédé aux simulations nécessaires en utilisant les paramètres du chapitre 3.5, de plus nous avons fait les simulations pour déterminer les distances selon la méthodologie du CRAIM et du Guide du Ministère de l'Environnement. Ces deux dernières simulations sont à titre de référence et dans le but d'assurer un dossier complet.

Les scénarios de la perte de confinement ont été simulés à l'aide du logiciel *PHAST* v. 6.53 de D.N.V. L'objectif de cette simulation est de définir les zones d'impact potentiellement touchées. Les paramètres de simulation pour les calculs de dispersion sont présentés au Tableau 5.

TABLEAU 5 PARAMÈTRES DE SIMULATION

vitesse du vent / stabilité atmosphérique	1,5 m/s / F 3,5 m/s /D
origine des vents prédominants	sud-ouest
température air, °C	25
température du sol, °C	25
humidité relative, %	50
rugosité du sol	urbain, (0,17)

Note:

1. Comme la direction du vent varie, nous en avons illustré la direction prédominante mais aussi nous avons délimité par des cercles les zones potentiellement touchées si le vent soufflait dans d'autres directions.

7 Conséquences des scénarios d'accidents

La simulation des conséquences d'accidents reliés au propane comporte l'étude de deux types de scénarios :

- Normalisé (Worst Case Scenario selon le Risk Management Program de la US Environmental Protection Agency); et
- Alternatifs (Scénarios qui tiennent compte des caractéristiques de l'installation).

7.1 Scénario normalisé

Ce scénario est donné à titre de référence seulement. Il est utile pour la planification des mesures d'urgence.

Le scénario normalisé pour une substance inflammable tel le propane implique l'explosion de toute la quantité de propane contenue dans le plus gros réservoir avec un facteur d'efficacité d'explosion de 10% en référence au TNT.

Pour un réservoir de 62 000 USG (115 248 kg) la surpression de 6,9 kPag (1 psig) se retrouve à 660 m. Voir Tableau 6 et Annexe 3, Figure 1.

TABLEAU 6 CONSÉQUENCE DU SCÉNARIO NORMALISÉ D'ACCIDENT

	SCÉNARIO NORMALISÉ Ignition de tout l'inventaire du réservoir avec facteur TNT 10%. Inventaire : 115 248 kg Annexe 3 Figure 1
	Surpressions, onde de choc
NIVEAUX DE DANGER	1 psig (6,9 kPag)
VENTS	DISTANCE (m)
1,5 m/s F	660

7.2 Scénario alternatif 1, BLEVE de réservoir rempli à 50%

Le premier scénario alternatif simulé pour cette étude implique un BLEVE du réservoir de 62 000 USG. Ceci pourrait survenir si le réservoir de propane était engouffré dans des flammes ou soumis à un feu en chalumeau, par exemple, suite à la rupture d'une conduite, d'un boyau ou d'un joint mécanique de pompe ou compresseur. Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour les simulations :

- Le réservoir est rempli à 50 %, le scénario de BLEVE étant très improbable lorsque les réservoirs sont pleins. Cette hypothèse est basée sur la pratique de HSE¹ qui considère que le BLEVE est réputé se produire après qu'une partie du propane ait été relâché par les soupapes de sûreté lors de la phase initiale de l'incendie.
- La rupture du réservoir survient à la pression d'ajustement des soupapes de sûreté. Nous avons posé l'hypothèse que cette valeur était de 1 521 kPag (225 psig), valeur typique pour ce genre d'installation.

A noter que les impacts d'un BLEVE sont indépendants de la direction et de la vitesse du vent.

Voir Tableau 7 et Figures 2, 3 et 4 de l'annexe 3

Ce BLEVE produit une boule de feu d'un rayon de 111 m et d'une durée d'environ 14 s.

Dans ces conditions, le rayonnement thermique de 25 kW/m² se retrouve à 235 m, celui de 5 kW/m² à 640 m. Le phénomène de BLEVE produit aussi une surpression (onde de choc) de 20,7 kPag (3 psig) à 250 m, 13,18 kPag (2 psig) à 320 m, 6,9 kPag (1 psig) à 510 m et 2,07 kPag (0,3 psig) à 1 240 m. Ces ondes de choc pourraient se traduire par les niveaux de dommages suivants :

Surpression, kPag (psig)	Distance, m	Niveau de dommages
20,7 (3,0)	250	Dommmages très importants aux structures des habitations
13,8 (2,0)	320	Dommmages importants aux structures des habitations
6,9 (1,0)	510	Dommmages des habitations
2,07 (0,3)	1 240	Bris de vitres et projections de fragments de verre
2,07 (0,3)	1 240	Projection de fragments de réservoir et tuyauterie

La charge thermique de 1 800 (kW/m²)^{4/3}.s se retrouve à 155 m, celle de 1 000 (kW/m²)^{4/3}.s à 245 m et celle de 500 (kW/m²)^{4/3}.s à 355 m

¹ Communication privée avec HSE, juin 2007.

Donc selon l'hypothèse d'un BLEVE se produisant lorsque le réservoir est à 50% de son remplissage, les zones de consultation servant à l'aménagement du territoire identifiées au chapitre 3.5 sont de :

zone intérieure (IZ),	zone centrale (MZ)	zone extérieure (OZ)
155 m	245 m	355 m

TABLEAU 7 CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT ALTERNATIFS À REMPLISSAGE DE 50%

SCÉNARIO ALTERNATIF BLEVE du réservoir. Inventaire : 57 624 kg Rayon de la boule de feu : 111 m Durée de la boule de feu : 14 s Annexe 3, Figures 2, 3 et 4									
	Radiation		Dose Durée de l'exposition : 14 s			Surpression			
NIVEAUX DE DANGER	25 kW/m ²	5 kW/m ²	1 800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	1 000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	500 (kW/m ²) ^{4/3} .s	3 psig (20,7kPag)	2 psig (13,8kPag)	1 psig (6,9kPag)	0,3 psig (2,07kPag)
VENTS	DISTANCE (m)								
1,5 m/s F	235	640	155	245	355	250	320	510	1 240
3,5 m/s F	235	640	155	245	355	250	320	510	1 240

7.3 Scénario alternatif 2, BLEVE de réservoir rempli à 85%

Ce scénario prend en compte le remplissage à capacité maximale du réservoir (85%). Comme mentionné dans le chapitre précédent, il a une probabilité moins grande de se produire que le scénario alternatif 1. Comme mentionné précédemment, la Health and Safety Executive (HSE) l'organisme réglementaire du Royaume Uni ne le prend pas pour ses recommandations de distances de séparation entre les sites générateurs de risques et les populations.

Il est présenté ici pour fins de transparence.

Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour la simulation :

- Le réservoir est rempli à 85 %,
- La rupture du réservoir survient à la pression d'ajustement de la soupape de sûreté. Nous avons posé l'hypothèse que cette valeur était de 1 551 kPag (225 psig), valeur typique pour ce genre d'installation.

Voir Tableau 8 et les Figures 5, 6 et 7 à l'Annexe 3.

Ce BLEVE produit une boule de feu d'un rayon de 136 m et d'une durée d'environ 17 s.

Dans ces conditions, le rayonnement thermique de 25 kW/m² se retrouve à 295 m, celui de 5 kW/m² à 785 m. Le phénomène de BLEVE produit aussi une surpression (onde de choc) de 20,7 kPag (3 psig) à 305 m, 13,18 kPag (2 psig) à 395 m, 6,9 kPag (1 psig) à 625 m et 2,07 kPag (0,3 psig) à 1 525 m. Ces ondes de choc pourraient se traduire par les niveaux de dommages suivants :

Surpression, kPag (psig)	Distance, m	Niveau de dommages
20,7 (3,0)	305	Dommages très importants aux structures des habitations
13,8 (2,0)	395	Dommages importants aux structures des habitations
6,9 (1,0)	625	Dommages des habitations
2,07 (0,3)	1 525	Bris de vitres et projections de fragments de verre
2,07 (0,3)	1 525	Projection de fragments de réservoir et tuyauterie

La charge thermique de 1 800 (kW/m²)^{4/3}.s se retrouve à 225 m, celle de 1 000 (kW/m²)^{4/3}.s à 335 m et celle de 500 (kW/m²)^{4/3}.s à 475 m

zone intérieure (IZ),	zone centrale (MZ)	zone extérieure (OZ)
225 m	335 m	475 m

TABLEAU 8 CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT ALTERNATIFS À REMPLISSAGE DE 85%

SCÉNARIO ALTERNATIF BLEVE du réservoir. Inventaire : 97 961 kg Rayon de la boule de feu : 136 m Durée de la boule de feu : 17 s Annexe 3, Figures 5, 6 et 7									
NIVEAUX DE DANGER	Radiation		Dose Durée de l'exposition : 17 s			Surpression			
	25 kW/m ²	5 kW/m ²	1 800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	1 000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	500 (kW/m ²) ^{4/3} .s	3 psig (20,7kPag)	2 psig (13,8kPag)	1 psig (6,9kPag)	0,3 psig (2,07kPag)
VENTS	DISTANCE (m)								
1,5 m/s F	295	785	225	335	475	305	395	625	1 525
3,5 m/s F	295	785	225	335	475	305	395	625	1 525

7.4 Scénario alternatif 3, rupture de boyau

Ce scénario implique la rupture du boyau de déchargement qui pourrait survenir lors de transfert du propane entre les réservoirs et les camions-citernes. Le propane qui fuit forme un nuage de vapeurs inflammables qui se disperse avec le vent. Le nuage se déplace jusqu'à ce qu'il atteigne la demi de la limite inférieure d'inflammabilité, où il est présumé qu'il y a ignition, suivie d'une explosion.

Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour la simulation :

- Rupture complète du boyau 2 po;
- Débit de fuite limité par un clapet à débit excessif (installation typique pour ce genre d'installation).
- Il n'y a pas de dispositifs automatisés pour arrêter la fuite en provenance du camion-citerne. Il faut une intervention humaine localement. Pour fins de simulations, la fuite est limitée à une 1 heure.
- L'orientation de la fuite est horizontale, ce qui maximise les conséquences.

Voir Tableau 9 et la Figure 8 et 9 de l'Annexe 3.

La particularité de ce scénario, c'est que suite au bris de boyau un nuage de propane se déploiera sur une grande distance et le potentiel d'allumage est d'autant plus accru par les opérations sur le site d'Inter Propane, les clients qui viennent prendre livraison de bonbonnes de propane, les véhicules sur la route. La liste d'accidents de l'Annexe 1 répertorie plusieurs cas où l'allumage a suivi une rupture de boyau ou de conduite. Il s'en suit un retour de flamme à la source de la fuite et le développement d'un feu en chalumeau qui s'il touchait le réservoir de propane conduirait à un BLEVE.

Il est important de souligner que ce scénario pourrait être sans conséquence si des Smart Hoses étaient utilisés. Ce type de boyau possède un mécanisme d'isolation, qui en cas de rupture de boyau est activé automatiquement. Voir Annexe 4 pour détails.

TABLEAU 9 RUPTURE DE BOYAU DE DÉCHARGEMENT/CHARGEMENT DE CAMION-CITERNE

SCÉNARIO ALTERNATIF						
Rupture du boyau de déchargement. Dispersion jusqu'à la demie de la limite inférieure d'inflammabilité, ignition. Inventaire : 115 248 kg Débit de fuite : 10,8 kg/s Durée de la fuite : 3 600 s Annexe 3, Figures 5 et 6						
Surpression						
NIVEAUX DE DANGER	3 psig (20,7kPag)	2 psig (13,8kPag)	1 psig (6,9kPag)	0,3 psig (2,07kPag)		
VENTS	DISTANCE (m)					
1,5 m/s F	115	120	130	170		
3,5 m/s F	70	75	85	120		

8 Effets dominos

Les BLEVE de réservoirs résultent en la projection à haute vitesse de fragments. Ces fragments sont projetés dans toutes les directions et peuvent s'ils frappent d'autres réservoirs causer d'autres BLEVEs. Ces fragments peuvent aussi endommager les systèmes de protection incendie et les rendre inutilisables.

Il pourrait y avoir plusieurs BLEVEs en série dont les conséquences seront plus ou moins grandes selon le volume des réservoirs touchés.

9 Fréquences d'accidents

L'identification des fréquences d'accidents est une démarche difficile. Les fréquences d'accidents et les méthodes pour les obtenir font partie d'un projet de recherches piloté par le Centre Conjoint de Recherches (JRC) de la Commission Européenne situé à Ispra, Italie auquel l'auteur de ce mémoire participe.

La fréquence la plus crédible d'accident impliquant un BLEVE est celle qui est affichée dans la base de données FRED de la HSE, soit 1 accident/100 000 ans d'opération. Exprimé d'une autre façon, il a été noté que sur 100 000 réservoirs de GPL exploités pendant 1 an il y a eu 1 BLEVE.

10 Distances de séparation entre les réservoirs d'Inter Propane et la Gare de Mascouche.

Dans ce chapitre nous proposons des distances de séparation entre les réservoirs de propane d'Inter Propane et la gare de Mascouche. Deux cas sont étudiés :

- situation avec les mesures actuelles ; et,
- situation avec des mesures supplémentaires de prévention/intervention.

À défaut de critères québécois ou canadiens d'aménagement du territoire qui font consensus, nous avons utilisé les critères du Royaume Uni présentés au chapitre 3. Ces critères sont utilisés depuis une vingtaine d'années et représentent une technologie éprouvée. Ils ont l'avantage d'être clairs dans leur facture.

10.1 Localisation de la gare en tenant compte des risques technologiques

La gare comportera les éléments suivants (PR 3.1) :

- Un stationnement incitatif de 724 places;
- Trois entrées donnant sur le prolongement du boulevard Industriel;
- Un débarcadère d'autobus;
- Un stationnement de courte durée avec dépose minute;
- La distance de marche pour les usagers variera de quelques mètres à 436 m;
- Des bancs et abris pour les usagers construits en bordure des quais;
- Un bâtiment administratif destiné à accueillir les bureaux de la MRC Les Moulins;
- Un centre de petite enfance;
- Des équipements de vente et de perception installés dans un petit bâtiment d'accueil intégré à ce bâtiment multifonctionnel;
- La Ville de Mascouche a également fait part d'un projet de développement résidentiel visant à développer les terrains situés au sud et à l'ouest du site de la gare Mascouche.

10.1.1 Concept de départ sans mesures additionnelles de prévention

Dans ce chapitre, nous présentons les distances de séparation entre les réservoirs d'Inter Propane selon le concept décrit dans l'étude d'impact présentée au BAPE. (PR 3.1 et PR 8.6).

Selon la matrice de vulnérabilité du Tableau 3, un niveau 4 de vulnérabilité est approprié à cause de la présence d'un centre de petite enfance.

Il s'en suit selon les critères d'acceptabilité du Tableau 4 que la gare devrait être à l'extérieur de la zone extérieure.

Selon les doses thermiques présentées au Chapitre 7.2 (Scénario alternatif 1, BLEVE de réservoir rempli à 50%) la gare devrait être localisé à l'extérieur de la zone extérieure soit à un minimum de 355 m des réservoirs de Inter Propane, si des mesures additionnelles de prévention ne sont pas mises en place.

Recommandation 3 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Localiser la gare de Mascouche à un minimum de 355 m des réservoirs d'Inter Propane si des mesures robustes de prévention ne sont pas mises en place sur les installations de stockage de propane d'Inter Propane.

10.1.2 Concept avec mesures de réduction des risques

Dans leur rapport, les ingénieurs Michael Birk et Susan Katz du Comité d'examen de la sécurité relative au propane en Ontario (ONTARIO 2008) formulent les recommandations suivantes comme mesures de réduction des risques aux sites de stockage de propane.

«Les mesures de réduction des risques incluent le recouvrement ou l'enterrement du réservoir, des systèmes de vaporisation ou de déluge d'eau ou une isolation thermique. Les systèmes de protection actifs contre les incendies, comme la vaporisation ou le déluge d'eau, sont conçus pour tenter d'empêcher un incendie de se propager et refroidir les grosses citernes. Les systèmes passifs incluent l'enfouissement d'un réservoir ou son recouvrement de terre pour créer une barrière physique contre le feu et les explosions. Autre système passif, l'isolation thermique est une couche semblable à de la peinture qui se dilate à la chaleur et ralentit l'impact d'un incendie sur une citerne.

Tous ces systèmes protègent les plus grosses citernes de l'empiètement direct d'un incendie. Bien installés et entretenus, ces systèmes retardent et préviennent même les bris catastrophiques des citernes. Plusieurs normes industrielles acceptées peuvent servir de mesures de réduction des risques. Le code des gaz de pétrole liquéfiés au R.-U., par exemple, donnent des directives claires pour de tels systèmes. En Amérique du Nord, le NFPA 15 est un code couramment utilisé pour les systèmes de vaporisation d'eau. Au Canada, la protection de l'eau est un domaine où l'utilisation de certaines mesures est importante en raison des grands espaces et des longues périodes de gel. D'autres codes sont disponibles pour enfouir ou recouvrir un réservoir ou installer des coupe-feu. Pour les installations se trouvant près de régions peuplées, les pratiques exemplaires suggèrent la mise sur pied de ces

types de mesures spéciales de réduction des risques. Dans nos recommandations, nous mentionnons comment les installations de propane devraient incorporer des mesures spéciales de réduction des risques, lorsque cela s'avère nécessaire. »

Pour réduire la possibilité de BLEVE, plusieurs mesures peuvent donc être appliquées.

Réduire la possibilité de BLEVE ou la retarder		
Description	Avantages	Désavantages
Recouvrir les réservoirs d'isolation thermique (pare-feu). (CHARTEK)	Cette technique empêche le réchauffement rapide d'un réservoir soumis à un feu de flaque ou un feu en chalumeau et peut retarder le BLEVE. Les certifications de Lloyd's et de Bureau Veritas faites sur des plaques montrent des protections de 4h pour les feux de flaques et de 2h pour les feux en chalumeau.	Installation et entretien
Utilisation de Smart Hoses ou systèmes équivalents (SMART HOSE)	Le bris de boyaux lors des opérations de transfert de propane est une source importante de risque qui a conduit à plusieurs BLEVES. L'US DOT exige l'utilisation de système qui ferme lors de bris. Voir Annexe 4	Légèrement plus dispendieux que les boyaux conventionnels
Disponibilité d'eau incendie	L'eau incendie doit être appliquée en quantité requise dans les premières minutes qui suivent l'incendie. NFPA 15 et le ministère de la sécurité publique prescrivent les quantités à utiliser.	

Recommandation 4 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Il faudra une entente entre l'AMT, la Ville de Mascouche et Inter Propane pour financer et réaliser ce projet puisque cette recommandation touche les équipements appartenant à Inter Propane

- **Recouvrir les réservoirs de propane d'isolation thermique (pare-feu) de façon à retarder le réchauffement de ces équipements en cas d'incendie les affectant.**
- **Utiliser des Smart Hoses ou systèmes équivalents aux postes de réception et de livraison de propane.**

Ville de Mascouche

- **Assurer que le réseau d'aqueduc est en mesure de fournir la quantité d'eau incendie requise, *chiffre à venir*.**

Régie du bâtiment

- **Procéder à l'inspection régulière des installations d'Inter Propane. Responsabilité : Cédule d'inspection à être établie par la régie**

Ces recommandations auraient comme effets de réduire la fréquence de BLEVE (l'utilisation de Smart Hose élimine une cause d'accident) ou de retarder le BLEVE, ce qui permettrait l'évacuation de la gare.

Cette étude nous a fait prendre conscience que des populations existantes sont potentiellement exposées. L'application des mesures précédentes augmenterait de façon significative leur protection.

À notre avis, ces mesures réduirait la fréquence d'accident à 1 / 1 000 000 années d'opération, c'est-à-dire 1 réservoir sur 1 000 000 opérant pendant 1 an.

De plus, dans le pire des cas, l'isolement thermique retarderait la survenue du BLEVE, ce qui permettrait l'application du plan d'urgence de la Ville pour les citoyens potentiellement exposés.

Recommandation 5 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Si la recommandation 4 est appliquée, la Gare de Mascouche peut être construite à

l'endroit qui est proposé.

11 Eau incendie

La disponibilité d'eau incendie en quantité suffisante est primordiale pour une intervention lors d'un événement impliquant les stockages de propane. Chaque minute compte.

Le guide du Ministère de la sécurité publique spécifie qu'un débit de 3 742 l/min (778 gal imp. /min) est requis pour un réservoir de 30 000 gallons de propane. La quantité pour un réservoir de 60 000 gallons est à déterminer en appliquant les critères de NFPA 15. (NFPA)

De plus, il faut protéger le réservoir adjacent de 1 000 USWG

Il est essentiel que cette eau soit fournie à partir du réseau d'aqueduc de Mascouche. L'utilisation de camions-citernes n'est pas une alternative concevable compte tenu des délais impliqués.

12 Instructions du Ministère de la Sécurité Publique (Sécurité Civile) et plan d'urgence

A noter que la sécurité civile dans des lignes directrices émises aux services de prévention incendie du Québec² spécifie pour un réservoir de 30 000 USGW les distances d'évacuation suivantes :

1. Distance minimale des pompiers – 457 m
2. Rayon minimal d'évacuation – 1 715 m
3. Rayon préférable d'évacuation – 2 200 m.

Voir Annexe 5.

Le Ministère ne spécifie pas de distances pour les réservoirs de 60000 USWG.

Dans leur rapport, les ingénieurs Michael Birk et Susan Katz (ONTARIO 2008) formulent des recommandations sur les distances d'évacuation.

« Les procédures d'intervention d'urgence indiquent habituellement une zone d'évacuation. Une mesure telle la distance de surpression de 6,89 kPa (1 psig) ne définit pas les limites absolues au-delà desquelles la population est en sécurité. Des réservoirs qui explosent, ou des morceaux de ces réservoirs, peuvent être projetés à des distances beaucoup plus lointaines C'est pourquoi les distances d'évacuation devraient être fondées sur la plus grosse

² Lignes directrices visant à favoriser l'intervention lors d'incidents impliquant la présence de propane
Date de publication : 1995

citerne d'une installation, et environ deux fois et demie la distance de surpression de 6,89 kPa (1 psig) psig ou plus grandes.»

Il est à noter que l'onde de choc, les surpressions qui s'ensuivent et la projection de fragments à haute vitesse causeraient des dommages importants aux structures y incluant leur écroulement et la projection de fragments de verre à haute vitesse.

Dans de telle circonstance le confinement n'est pas une option valable. Il est plus prudent d'évacuer les lieux si la situation est sécuritaire pour le faire.

13 Cadre réglementaire

Bien que ce ne soit pas immédiatement pertinent au projet de train de l'Est de l'AMT, il y a lieu de signaler une déficience réglementaire sur la gestion des risques au Québec. L'existence de règles claires aurait facilitées la mise en forme de ce projet.

Dans leur rapport, les ingénieurs Michael Birk et Susan Katz (ONTARIO 2008) formulent des recommandations sur la réglementation et l'aménagement du territoire dont quelques extraits suivent.

- « 1. Des décisions de zonage fondées sur les risques et tenant compte de données quantitatives, de la population avoisinante et de scénarios d'accidents éventuels, épaulées par les autorités nationales. (Comme on le voit aux Pays-Bas et au R.-U.)
2. Création d'une carte des risques pour aider les autorités locales à prendre des décisions. (Comme on le voit aux Pays-Bas et au R.-U.)
3. Formulation de principes vastes pour guider les décisions de zonage des gouvernements locaux. (Comme c'est le cas dans Seveso II)
4. Des processus décisionnels qui considèrent non seulement l'utilisation courante des terres mais aussi l'utilisation probable des terres avoisinantes. (Comme dans l'état du New South Wales) »

Il est désolant de voir que la réglementation nécessaire pour appliquer la Loi de sécurité civile adoptée en 2001 n'a pas été mise en place pour gérer les problématiques soulevées par la présence de risques technologiques majeurs à proximité des populations et des infrastructures qu'ils utilisent.

Il est aussi essentiel de se pencher sur les règles qui régissent l'aménagement du territoire autour des sites à risques.

Un équilibre doit être établi entre la sécurité des citoyens et la capacité de l'industrie à exploiter ses installations.

Il faut des règles pour établir la distance de séparation entre l'industrie et les citoyens. Ces zones « tampon » doivent être protégées par les municipalités sinon ces industries devront cesser d'opérer. Il en résultera des dommages importants à la structure industrielle du Québec.

Ce sera un chantier compliqué et il est urgent de mobiliser tous les acteurs pour développer un consensus social sur ces règles d'aménagement du territoire autour des sites à risques.

Recommandation 6 Ministre de la sécurité publique

Mettre en place après consultation appropriée des acteurs impliqués, les règlements requis pour l'application de la Loi de sécurité civile en ce qui a trait à la gestion des risques technologiques.

Recommandation 7 Ministres des Affaires municipales, du Développement Durable, de l'Environnement et des parcs, de la Sécurité Publique et de la Santé et des Services Sociaux

Mettre en place après consultation appropriée des acteurs impliqués, les règles requises pour l'aménagement du territoire autour des sites à risques.

14 Recommandations

Nous avons formulé 7 recommandations. Quatre recommandations sont de nature spécifique au projet de la gare de Mascouche de l'AMT et rendront ce projet plus sécuritaire considérant qu'il est à proximité d'un site de stockage de propane. Ces recommandations suivent.

Recommandation 1 pour le BAPE et le MDDEP

Ne pas utiliser les distances et fréquences publiées dans le rapport de R3 Solutions car elles sont basées sur une technologie périmée et ne doivent pas être utilisées pour établir les distances de séparation entre la gare et ses infrastructures et les installations de stockage de Inter Propane.

Recommandation 3 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Localiser la gare de Mascouche à un minimum de 355 m des réservoirs d'Inter Propane si des mesures robustes de prévention ne sont pas mises en place sur les ins-

tallations de stockage de propane d'Inter Propane.

Recommandation 4 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Il faudra une entente entre l'AMT, la Ville de Mascouche et Inter Propane pour financer et réaliser ce projet puisque cette recommandation touche les équipements appartenant à Inter Propane

- Recouvrir les réservoirs de propane d'isolation thermique (pare-feu) de façon à retarder le réchauffement de ces équipements en cas d'incendie les affectant.
- Utiliser des Smart Hoses ou systèmes équivalents aux postes de réception et de livraison de propane.

Ville de Mascouche

- Assurer que le réseau d'aqueduc est en mesure de fournir la quantité d'eau incendie requise, *chiffre à venir*.

Régie du bâtiment

Procéder à l'inspection régulière des installations d'Inter Propane. Responsabilité : Cédule d'inspection à être établie par la régie.

Recommandation 5 pour l'AMT et la Ville de Mascouche

Si la recommandation 4 est appliquée, la Gare de Mascouche peut être construite à l'endroit qui est proposé.

Trois recommandations sont de nature plus générale.

Recommandation 2 pour le MDDEP

Que le Mini-Guide et son pendant informatique SERI ne soient plus utilisés jusqu'à mise à jour majeure et que les projets qui utiliseraient cette technologie soient jugés irrecevables par le ministre du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs.

Recommandation 6 Ministre de la sécurité publique

Mettre en place après consultation appropriée des acteurs impliqués, les règlements requis pour l'application de la Loi de sécurité civile en ce qui a trait à la gestion des risques technologiques.

Recommandation 7 Ministres des Affaires municipales, du Développement Durable, de l'Environnement et des parcs, de la Sécurité Publique et de la Santé et des services sociaux

Mettre en place après consultation appropriée des acteurs impliqués, les règles requises pour l'aménagement du territoire autour des sites à risques.

Nous aimerions terminer ce mémoire par une réflexion du professeur Trevor Kletz, le spécialiste mondial en risque technologique :

If you think that safety is expensive, try an accident.

Si vous pensez que la sécurité coûte cher, essayez un accident.

15 Références

15.1 Rapports et autres documents

(Abbasi 2007): The boiling liquid vapour explosion (BLEVE): Mechanisms. Consequence assessment, management. *Journal of Hazardous Materials*, 141 (2007) 489-519

(CCAIM 1994) – MIACC, Hazardous Substances for Risk Assessment: A Mini-Guide for Municipalities and Industries, Ottawa, 1994.

(CRAIM 2002) – Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs à l'intention des municipalités et de l'industrie, Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs, Montréal, 2002.

(CRR 97129) – LD₅₀ equivalent for the effect of thermal radiations on humans, Contract research report 2000/285), R.J. Rew, W.S. Atkins, Ltd, Epsom, UK 1997.

(CRR 00285) – Thermal radiation criteria for vulnerable populations, Contract research report 2000/285), V.H. Daycock, R.J. Rew, W.S. Atkins, Ltd, Epsom, UK 2000.

(Environnement 2002) - Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs, version de mai 2002, Marie-Claude Théberge, du Ministère de l'Environnement.

(EPA, 1999) Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis, (EPA 550-B-99-009), EPA, Washington, April, 1999)

(EPA, 2000) General Guidance for Risk Management Programs, (EPA 550-B-00-008), EPA Washington, May 2000.

(INERIS Ω-5) : E. Leprette, Le BLEVE, Phénoménologie et modélisation des effets thermiques, INERIS, Verneuil-en-Halatte, France, 2002/04/11.

(MEDAD 1) – Décrets, arrêt's, circulaires – Textes généraux – Ministère de l'écologie et du développement durable, Journal de la République Française, texte 34 sur 115, 7 octobre 2005.

(PR 3.1) – Projet de train de l'Est – Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des parcs du Québec, Rapport principal, Le Consortium DS-SM-HMM, Avril 2008.

(PR 8.6) - André Gagnon, R3 Solutions Inc., Rapport d'évaluation sur un risque industriel, Territoire de la ville de Mascouche, sur la Compagnie Inter Propane Inc., 10 octobre 2008

15.2 Documents internet

(CHARTEK) Chartek 7 Fireproofing - Protection des biens dans les environnements les plus difficiles (Consulté le 2009/01/11)

http://www.international-pc.com/MPYAPCPCBrochures/7br_cn.pdf

(CSB 1): Herrig Brothers Farm Propane Tank Explosion, Albert City, IA, April 9. 1998

http://www.chemsafety.gov/index.cfm?folder=completed_investigations&page=info&INV_ID=31

(ONTARIO 2008) Rapport d'examen de la sécurité relative au propane

http://www.propanesafetyreview.ca/Report-Propane_Safety_Review-FRENCH.PDF

(HSE 1) : Safety Report Assessment Guide: LPG – Criteria (consulté le 8 janvier 2009)

<http://www.hse.gov.uk/comah/sraglpg/crit33.htm>

(HSE 2) : Padhi – HSE's land use planning methodology (consulté le 9 janvier 2009)

<http://www.hse.gov.uk/landuseplanning/padhi.pdf>

(SMARTHOSE) – Smarthose technology

<http://www.smarthose.com/technology.htm>

ANNEXE 1 DESCRIPTION D'ACCIDENTS IMPLIQUANT LE PROPANE

Description de certains BLEVE

Montréal, 8 janvier 2007

Le 8 janvier 1957, un débordement se produisit sur une sphère d'une capacité de 800 m³ servant à l'entreposage de propane à la raffinerie Shell de Montréal. Le débordement résulta de la panne d'un senseur servant à la détection du niveau. Le butane déversé forma un nuage de vapeurs inflammables qui entra en contact avec une source d'allumage, probablement une station service située à 180 m. Il y eut un retour de flammes vers la sphère qui débordait et ce qui déclencha un feu de flaque. La chaleur fit perdre sa résistance à l'acier d'une sphère de 1 900 m³ située à proximité qui explosa sous l'effet d'un BLEVE, 20 minutes après le début de l'incendie. Quinze minutes plus tard, la sphère de 800 m³ et une autre de 2 400 m³ explosèrent avec ondes de choc et projection de fragments qui dévastèrent les secteurs avoisinants et provoquèrent une conflagration du parc de stockage de la Cie Esso.

BLEVE dans une installation de stockage de G.P.L. dans une raffinerie (Feyzin, France, 1966/01/04)

L'installation de stockage de G.P.L. de cette raffinerie était constituée de quatre sphères de propane de 1200 m³, quatre sphères de butane de 2000 m³, ainsi que deux réservoirs cylindriques horizontaux contenant du propane pour l'un et du butane pour l'autre. Les réservoirs de G.P.L. étaient situés à une distance de 450 mètres de la raffinerie, et à environ 300 mètres des premières maisons du village de Feyzin. Pour un prélèvement d'échantillons dans un des réservoirs, un opérateur ouvre successivement deux vannes dans le bas d'un réservoir de stockage de propane. Cependant, il ne respecte pas l'ordre d'ouverture de ces vannes : il ouvre d'abord la vanne la plus éloignée du réservoir, puis tente de réguler le débit avec la vanne située en amont. Aucun fluide ne coulant, probablement pour cause de gel, il ouvre plus largement la vanne. Le bouchon de glace qui s'était vraisemblablement formé lors de la première ouverture disparaît, et du propane s'échappe en grande quantité. Les trois opérateurs présents tentent, sans succès, de fermer la vanne amont. Ils n'essayent pas d'emblée de fermer la vanne la plus éloignée du réservoir, qui gèle en position ouverte. Ne pouvant fermer cette dernière vanne, les opérateurs s'enfuient et déclenchent l'alarme.

Un nuage de gaz d'environ 1 mètre de hauteur se forme au dessus de l'autoroute voisine. Bien que la route ait été fermée au signal d'alerte, une voiture entre dans le nuage de gaz et en provoque l'inflammation. Le conducteur, sorti de sa voiture, est mortellement brûlé, et le feu remonte jusqu'à la sphère d'où le propane s'échappe. Une équipe de secours de près de 160 hommes tente alors d'éteindre l'incendie, et

commence à refroidir les réservoirs voisins à l'aide d'eau. Le réservoir d'où s'échappe le propane explose alors violemment et des fragments sont projetés aux alentours.

Quelques instants plus tard, une seconde sphère explose, et provoque la rupture des canalisations d'une troisième sphère qui se vidange, entretenant ainsi l'incendie. Trois sphères de butane s'ouvrent sans donner matière à un BLEVE. Le village de Feyzin, distant d'environ 400 mètres est touché par les ondes de surpression successives. Au total 11 réservoirs sont détruits, des missiles sont projetés jusqu'à 800 mètres. L'accident causa 18 morts et 84 blessés, principalement lors du premier BLEVE.

SERIE DE BLEVE SUR UNE INSTALLATION DE STOCKAGE DE G.P.L. (SAN JUAN IXHUATEPEC, MEXICO, MEXIQUE, 19/11/1984)

Le site de stockage était constitué de 4 sphères de G.P.L. (mélange 80 % butane, 20 % propane) d'un volume unitaire de 1600 m³, de deux sphères de 2400 m³ de volume unitaire et de 48 réservoirs cylindriques horizontaux de diverses capacités. Au moment de l'accident, approximativement 11000 à 12000 m³ de G.P.L. étaient stockés sur le site.

Lors d'une phase de remplissage d'un réservoir, une canalisation de 8 pouces (200 mm de diamètre) sous 24 bars se rompt. Lorsque la hauteur du nuage atteint une hauteur visible d'environ deux mètres, il s'enflamme, 5 à 10 minutes après le début de la fuite, sur une torçère située à quelques 120 à 150 mètres du lieu du rejet. Le nuage inflammable ayant vraisemblablement pénétré dans des maisons, son inflammation entraîne leur destruction.

Quelques minutes après l'inflammation du nuage, deux des plus petites sphères donnent matière à des BLEVE, engendrant la formation d'une boule de feu (d'un diamètre évalué, sans certitude, à 350 ou 400 mètres) ainsi que l'éjection d'un ou deux réservoirs cylindriques. Les effets thermiques et l'éjection de fragments entraînent, par effet domino, d'autres BLEVE. En définitive, les quatre petites sphères furent détruites. Les sphères plus grosses restèrent intactes, bien que leur supportage fût brisé. Seulement 4 des 48 cylindres demeurèrent dans leur position initiale. Dans un rayon de 300 mètres, toutes les personnes furent tuées ou blessées. Cet accident causa au total le décès de plus de 500 personnes. Il y eut environ 7000 blessés, et 39000 personnes évacuées. Les secours mobilisèrent de l'ordre de 4000 personnes. Des fragments de sphères furent retrouvés à plus de 600 mètres et 12 parties de réservoirs cylindriques horizontaux furent projetées, par "effet fusée", à des distances pouvant atteindre 1200 mètres.

Sélection de BLEVES

Date	Lieu	Cause	Substances	Quantité (tonnes)	Pertes de vie (p), blessés (b)
1957/01/0	Montréal	Incendie	Butane	5 100	1 (p)
1958	Michigan, USA	Débordement	Butane	55	1 (p)
1959/06/28	Meldrin, GA	Dommage (déraillement)	Propane	55	23 (p)
1966/01/04	Feysin, France	Incendie	Propane	1000	18 (p), 83 (b)
1969/01/25	Laurel, MS, USA	Incendie (déraillement)	Propane	65	2 (p), 976 (b)
1970/06/21	Crescent City, IL	Incendie (déraillement)	Propane (5)	275	66 (b)
1972/02/09	Tewksbury, MA, USA	Collision	Propane	28	NA
1972/03/30	Rio do Janeiro	Incendie	Propane	1000	37 (p)
1972	Lynchburg, VA, USA	Accident routier, citerne routière	Propane	9	2 (p), 5 (i)
1972	Rio de Janeiro, Brazil	Sphères (5 sur place) et cylindres	GPL	ND	37 (p), 53 (i)
1973/07/05	Kingman, Arizona, USA	Incendie	Propane	100	13 (p), 95 (i)
1974/01/11	W. St. Paul, MN, USA	Incendie	Propane	27	6 (p)
1974/02/12	Oneonta, NY, USA	Incendie (déraillement)	Propane (4)	288	25 (b)
1974/07/29	Pueblo, Co, USA	Incendie	Propane	80	-
1975/04/29	Eagle Pass, TX, USA	Collision	Propane	18	16 (p)
1975	Des Moines, IA, USA	Wagon citerne	GPL	ND	3 (b)
1976	Belt, MN, USA	Wagon citerne	GPL	80	22 (b)
1978/02/22	Waverly, TX, USA	Dommage (déraillement)	Propane	45	16 (p), 43 (b)

1978/07/11	San Carlos, Espagne	Débordement	Propylène	25	211 (p)
1978/05/30	Texas City, TX, USA	Incendie	Butane (6)	1500	7 (p), 10 (b)
1978	Donnellon, IA, USA	Pipeline	GPL	435	2 (p), 2 (i)
1979/08/30	Good Hope, LA, USA	Collision de navire	Butane	120	12 (p)
1984/11/19	Mexico City, Mexico	Incendie	Propane	3 000	650 (p) 6 400 (b)
1984	Romeoville, IL, USA	ND	Propane	ND	15 (p), 22 (b)
1990/04/01	Boral dépôt de distribution de GPL, Sydney, Australie	Incendie	GPL	240	35 000 affectés
1990/04/01	Cairns Gas Terminal, Queensland, Australie	Incendie	GPL	ND	1 (p)
1993/04/19	Waco, TX, USA	Incendie	GPL	ND	-
1993/06/27	Ste-Elizabeth de Warwick Québec, Canada	Incendie	Propane	2.3	4 (p), 7 (b)
1996/03/04	Weyauwega, WI, USA	Déraillement	Propane	ND	-
1996/03/18	Palerme, Italie	Collision dans un tunnel routier	Propane	ND	5 (p), 25 (b)
1997/11/02	Burnside, IL, USA	Incendie	Propane	3.8	5 (5), 25 (b)
1998/04/09	Albert City, IA, USA	Incendie	Propane	40	2 (p), 7 (b)
1999/04/30	Between Athen and Lamijj	Accident routier	GPL	ND	4 (p), 13 (b)
1999/09/23	Toronto, ON, Canada	Déraillement	GPL	>60	-
2000/05/27	Eunice, LA, USA	Déraillement	GPL	ND	2 000 évacués

2000/07/19	Ohio, USA	Débordement	Propane	66	3 (b)
2000/09/20	Downey, CA, USA	Fuite	Propane	2	2 (p)
2001/10/22	Texas, USA	Dépotage mal exécuté	Propane	17	2 (p)
2001/01/07	Kanpur, Inde	Accident routier	GPL	ND	12 (p), 6 (b)
2001/07/01	Jamnagar, Inde	Dommages à l'équipement	GPL	ND	12 (p)
2002/02/20	Le Caire, Égypte	Incendie causée dans un train de passager par le BLEVE d'une bonbonne	Propane	ND	373 (p), 75000 (b)
2004/01/13	Baltimore, Washington USA	Accident routier	Propane	ND	10 (p)
2004	Bowmansville, ON, Canada	Dépôt de propane	Propane	ND	ND
2008/10/06	Tacoma, WA, USA	Bris de boyau de chargement / déchargement	Propane	ND	1 (p)
2008/08/10	Toronto, ON, Canada	Transfert entre camion sur le site	Propane	ND	2 (p), 12 000 évacués

ANNEXE 2 COURRIEL DE GRAHAM CREDY

Jean-Paul Lacoursière

De: Creedy, Graham [gcreedy@ccpa.ca]
Envoyé: 11 août 2008 14:51
À: Oliverio, Marcello; Morley Brownstein
Cc: AdrianP@BakerRisk.com; Al Schulz (Forward to); Asha Parekh; Brian Kohler, CEP; Brian Lockhart, CCPA; Ouellet, Bertin BECA; Jessiman, Brent (Calgary); Wastle, Brian; cam.d.mckenzie@esso.ca; Duane Abbott, MARSU LEX; daniel.hebert@aon.ca; Guss, David (Calgary); Wong, Della SCAN; Schaeffer Denis; Dave Finlayson, CFI; Diana Del Bel Belluz; dmoore@acutec-consulting.com; Doug McCutcheon, U of A; Shortt, Dave (DW); Watson, Don (D); Wilson, Ed - Westhill, ON; Ertugrul Alp; evan.jannoulakis@aon.ca; Faisal I Khan; florian.neumann@lanxess.com; GC Phillips Consulting Ltd.; Lloyd, Gordon; Graeme.norval@utoronto.ca; Ait Mohamed, Hocine; James.Mclean@shell.com; Lewis, Jennifer (Calgary); Donnelly, Jill (Jill.Donnelly); John Kalf, Due Diligence Solutions; Jules Lauzon, CCPA; Colwell, Mitch (JM); John Shrivess, Environment Canada; Jean-Paul Lacoursiere; kellybd@telus.net; kevin.crumb@aig.com; Leslie Parchomchuk; Lucie Frigon; llandry@olin.com; Luc Piché, Interquisa; King Ma; Manuel Marta; Guindon, Marc; michael.santavy@bp.com; mike.voyce@lanxess.com; Rogers, Mike (Fort McMurray); Martin Sich; Norman Huebel, CCPA; norman.nibber@iRisk.ca; Tony Pasteris; Dr. Paul R. Amyotte; Ficzyz, Peter; peter.m.forristal@esso.ca; peter.neumann@aon.ca; pwestertp@nalco.com; Roland Andersson, CIC/CSCHE; Ronaye Beck; Reid McPhail; rmichalowicz@ercoworldwide.com; RPiette@petro-canada.ca; Ralph Smeding, Dow; Robt Cairns; Byron Rosser; Scott Blaney, LPERG; Hamilton, Sharon; sharder@xstratazinc.ca; Stephen Coe; syed.i.ahmed@esso.ca; tejash.chauhan@aon.ca; Tim Hollett; Tom Vandemoortele; Tom_Boughner@poptal .com; Wayne Bissett

Objet: RE: Toronto explosion - Sunrise propane 080810

There was also the similar propane depot explosion at Bowmanville, ON in 2004 and another one since which I can't remember but I think might have been in Western Canada, plus the four firefighters who died in the propane tank explosion at Ste Elisabeth de Warwick, Quebec in 1993. Outside of Canada, the 2007 Ghent, WV incident showed that you don't need a lot of propane to cause a lot of damage, as the 600 lb tank was still intact after the explosion which killed four.

I'll leave discussion of the Mini-Guide distances to the risk team and other QRA experts, as I've spoken on this on several occasions, notably after Buncefield and at PSLM symposia. **However, the guide is currently withdrawn pending a much needed revision**, whenever Environment Canada is able to fund the work.

Graham

----- Original Message-----

From: Oliverio, Marcello [<mailto:Marcello.Oliverio@amec.com>]

Sent: August 11, 2008 1:33 PM

To: Morley Brownstein; Creedy, Graham

Cc: AdrianP@BakerRisk.com; Al Schulz (Forward to); Asha Parekh; Brian Kohler, CEP; Brian Lockhart, CCPA; Ouellet, Bertin BECA; Jessiman, Brent (Calgary); Wastle, Brian; cam.d.mckenzie@esso.ca; Duane Abbott, MARSULEX; daniel.hebert@aon.ca; Guss, David (Calgary); Wong, Della SCAN; Schaeffer Denis; Dave Finlayson, CFI; Diana Del Bel Belluz; dmoore@acuttech-consulting.com; Doug McCutcheon, U of A; Shortt, Dave (DW); Watson, Don (D); Wilson, Ed - Westhill, ON; Ertugrul Alp; evan.jannoulakis@aon.ca; Faisal I Khan; florian.neumann@lanxess.com; GC Phillips Consulting Ltd.; Creedy, Graham; Lloyd, Gordon; Graeme.norval@utoronto.ca; Ait Mohamed, Hocine; James.Mclean@shell.com; Lewis, Jennifer

(Calgary); Donnelly, Jill (Jill.Donnelly); John Kalf, Due Diligence Solutions; Jules Lauzon, CCPA; Colwell, Mitch (JM); John Shrivess, Environment Canada; Jean-Paul Lacoursiere; kellybd@telus.net; kevin.crumb@aig.com; Leslie Parchomchuk; Lucie Frigon; llandry@olin.com; Luc Piché, Interquisa; King Ma; Manuel Marta; Guindon, Marc; michael.santavy@bp.com; mike.voyce@lanxess.com; Rogers, Mike (Fort McMurray); Martin

Sich; Norman Huebel, CCPA; norman.nibber@iRisk.ca; Tony Pasteris; Dr. Paul R. Amyotte; Ficzyz, Peter; peter.m.forristal@esso.ca; peter.neumann@aon.ca; pwesterterp@nalco.com; Roland Andersson, CIC/CSChE; Ronaye Beck; Reid McPhail; michalowicz@ercoworldwide.com; RPiette@petro-canada.ca; Ralph Smeding, Dow; Robt Cairns; Byron Rosser; Hamilton, Sharon; sharder@xstratazinc.ca; StephenCoe; syed.i.ahmed@esso.ca; tejash.chauhan@aon.ca; Tim Hollett; Tom Vandemoortele; Tom.Boughner@poptal.com; Wayne Bissett

Subject: RE: Toronto explosion - Sunrise propane 080810

Another interesting MIACC twist I don't believe that BLEVE (I don't have my MIACC Risk Mini-Guide with me) was identified as hazard of concern in the risk assessment MiniGuide. This major hazard could only have been discounted on the basis of hazard frequency.

The Toronto Star reports today that a similar event occurred at propane storage depot in Barrie, Ontario in 1962. Based ONLY on this event and the one from yesterday, and assuming 200 such facilities across Canada (wild guess) and 46 operating years, the BLEVE frequency for Canada would be at least 2E-4 occurrences/depot-year.

Cheers

Marcello.

Marcello Oliverio

Manager, Process Risk

AMEC-NS S

(Tel) 416-592-3768

(email) marcello.oliverio@amec.com


ANNEXE 3 ILLUSTRATION D'ACCIDENTS IMPLIQUANT LE PROPANE

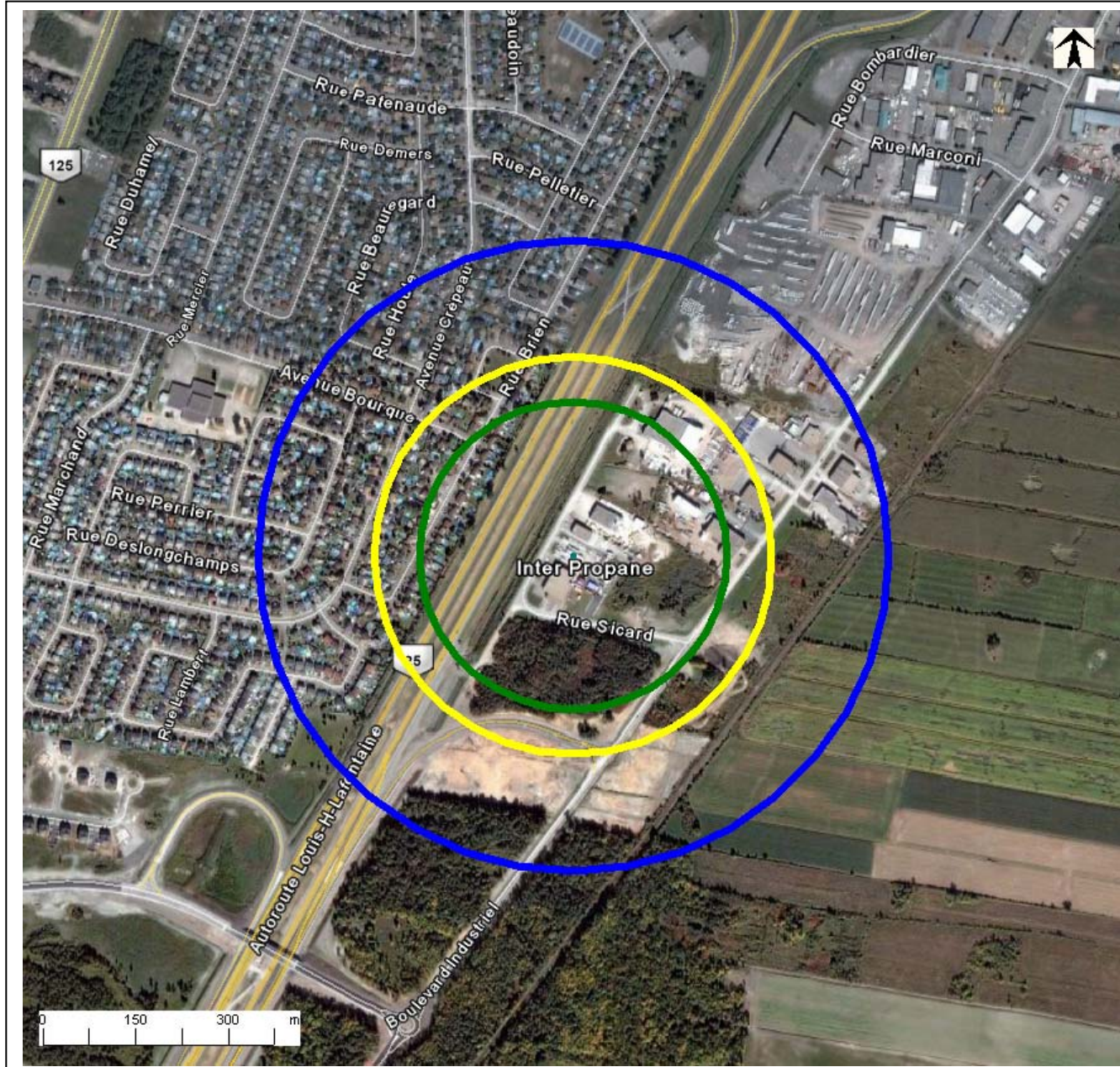





INTERPROPANE
Mascouche, Québec

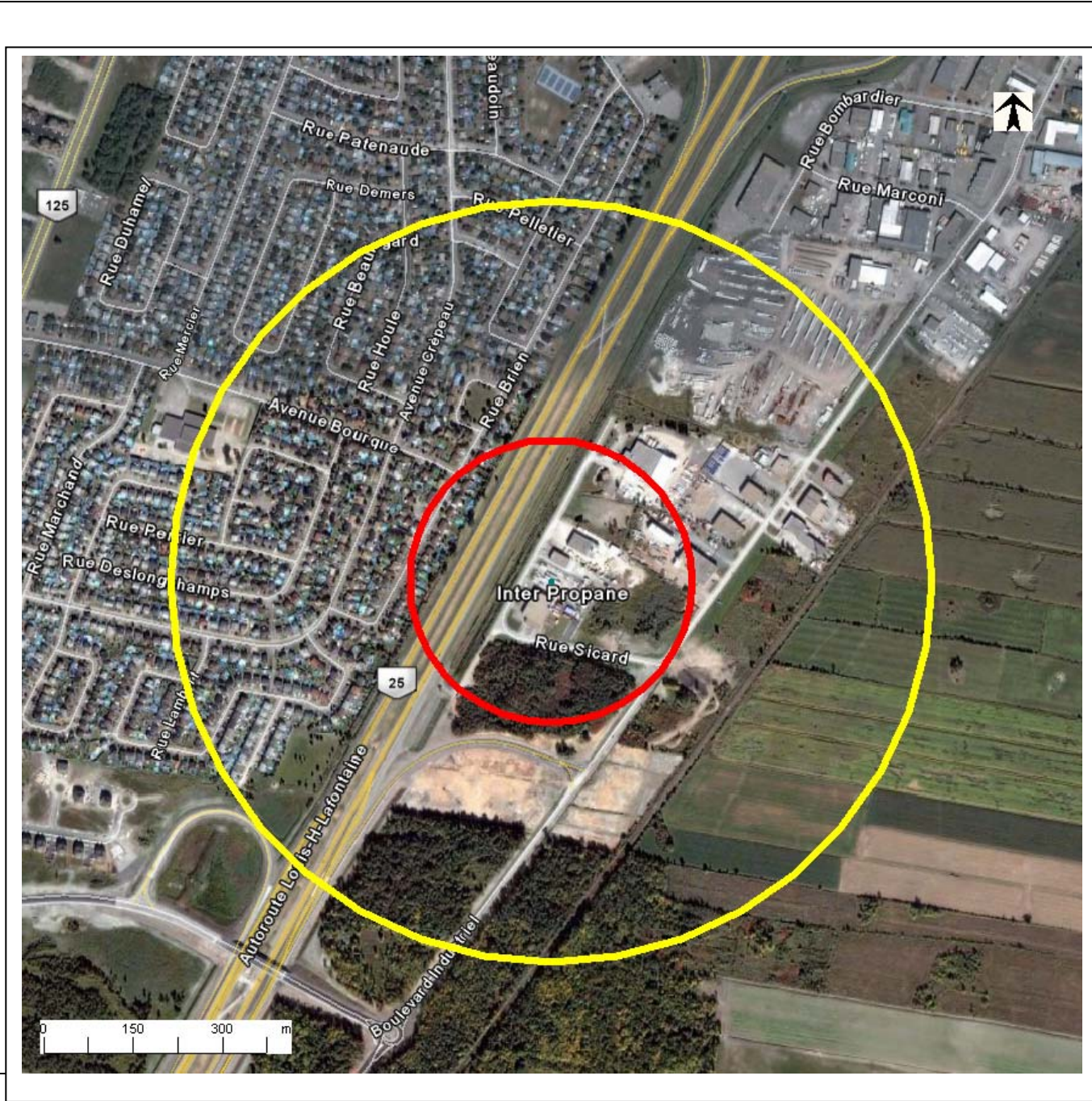
Propane


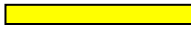
SCÉNARIO NORMALISÉ

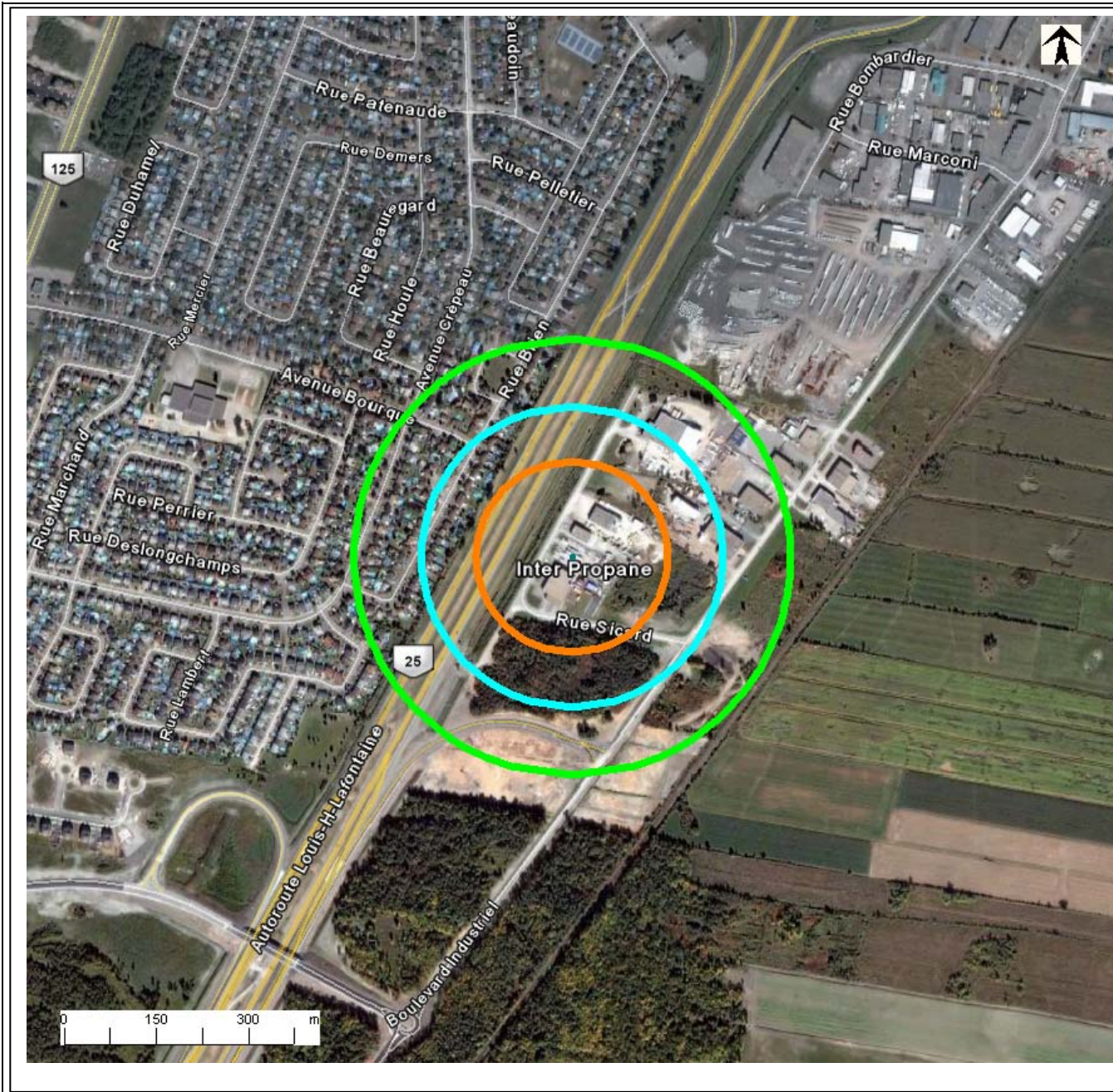
Équipement	Réservoir
Scénario	Ignition de tout l'inventaire du réservoir avec un facteur de TNT de 10%
Inventaire, USG (kg)	62 000 (115 248)
Pression kPa(g) (psig)	852 (124)
Température, °C	25
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	1,5 (5,4)
Stabilité atmosphérique	F
Température ambiante, °C	25
Température du sol, °C	25
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	0,17
Surpressions	Distance
 6,9 kPa (1 psig)	660 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53 FIGURE 1	






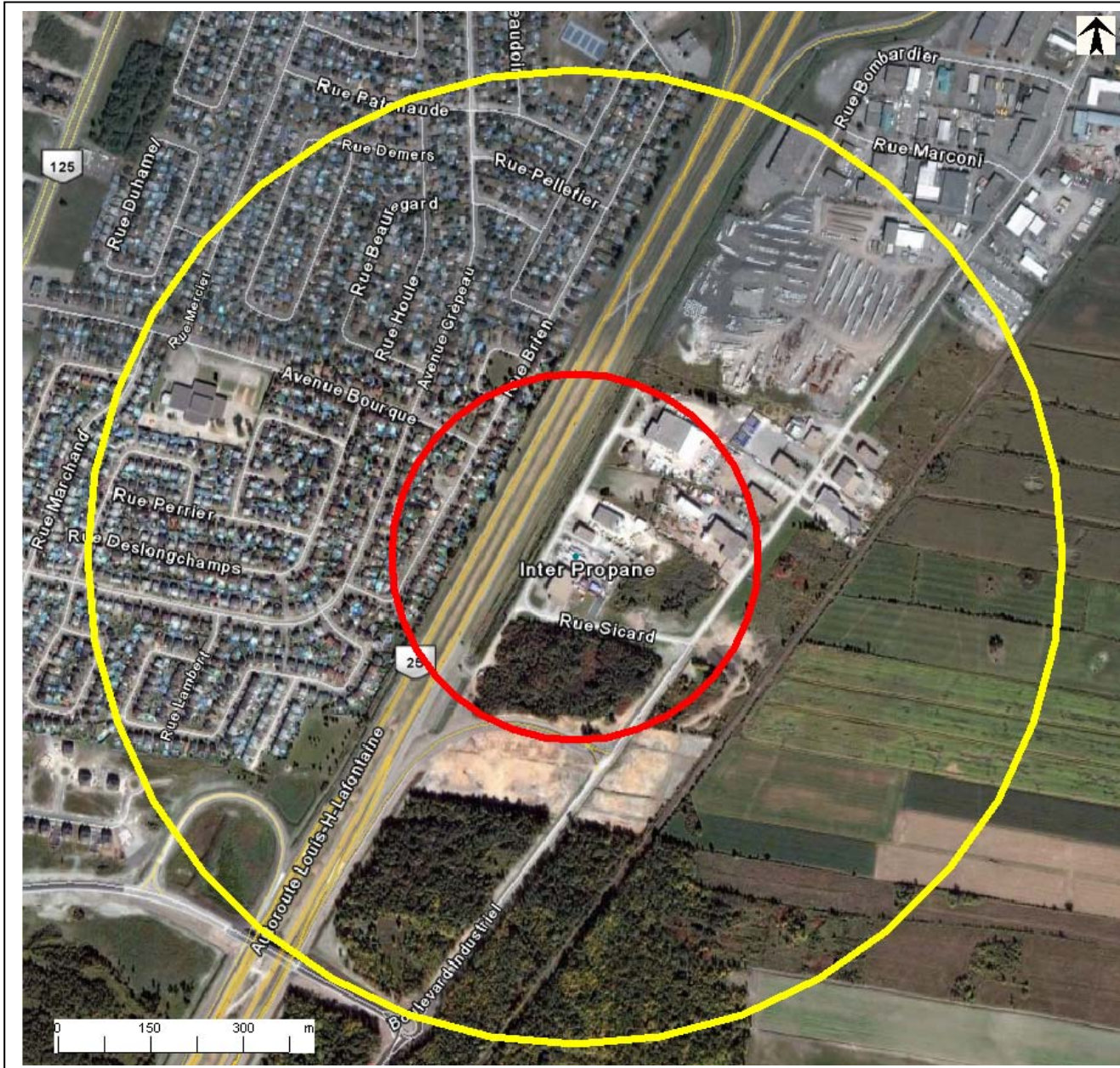
INTERPROPANE Mascouche, Québec	
Propane	
SCÉNARIO ALTERNATIF	
Équipement	Réservoir
Scénario	BLEVE
Inventaire, USG (kg)	31 000 (57 624)
Pression kPa(g) (psig)	1 550 (225)
Température, °C	s.o.
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	s.o.
Stabilité atmosphérique	s.o.
Température ambiante, °C	s.o.
Température du sol, °C	s.o.
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	s.o.
Surpressions	Distance
 20,7 kPag (3 psig)	250 m
 13,8 kPag (2 psig)	320 m
 6,9kPag (1 psig)	510 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53	
FIGURE 2	





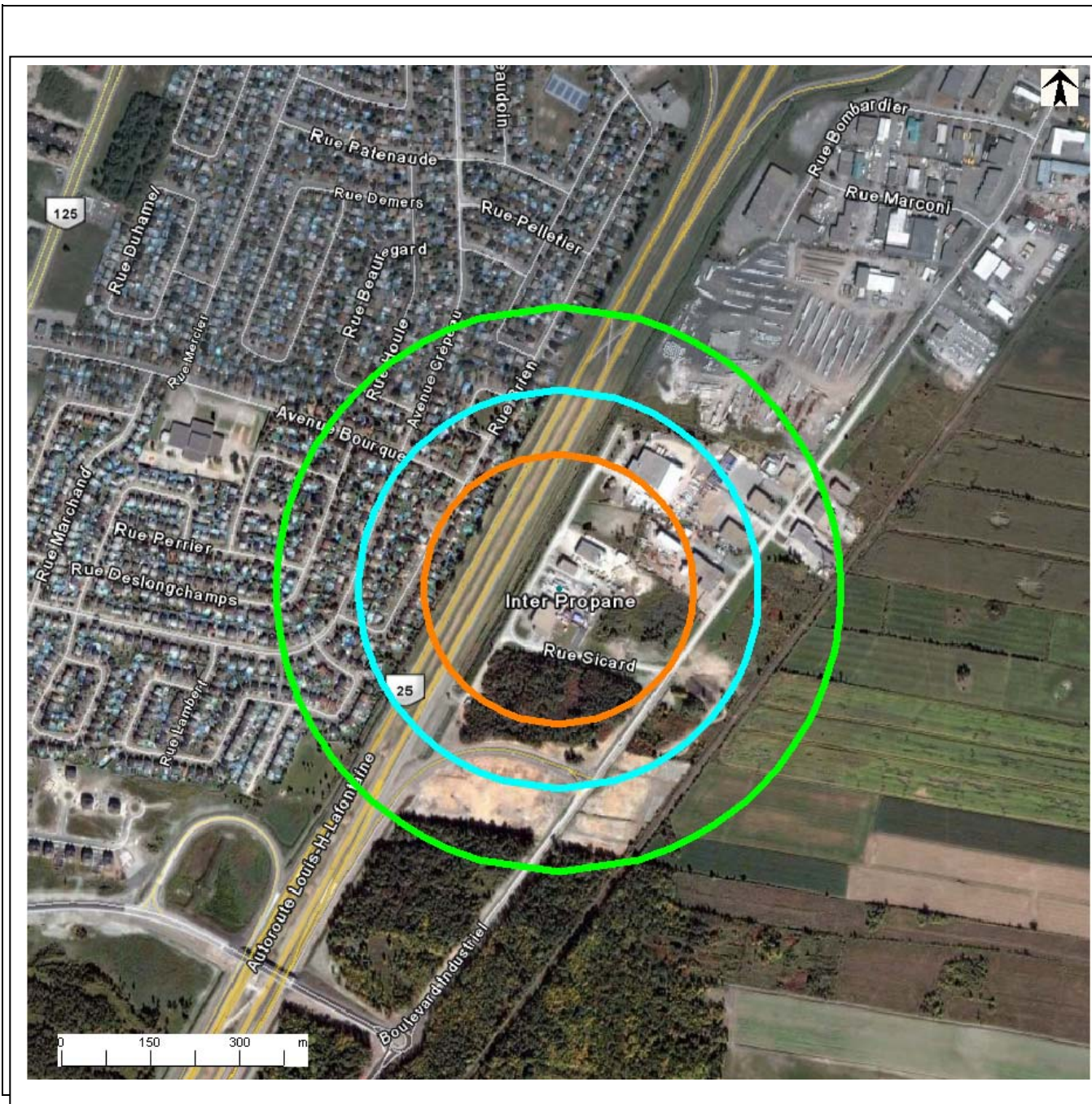
INTERPROPANE Mascouche, Québec	
Propane	
SCÉNARIO ALTERNATIF	
Équipement	Réservoir
Scénario	BLEVE
Inventaire, USG (kg)	31 000 (57 624)
Pression kPa(g) (psig)	1 550 (225)
Température, °C	s.o.
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	s.o.
Stabilité atmosphérique	s.o.
Température ambiante, °C	s.o.
Température du sol, °C	s.o.
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	s.o.
Radiations	Distance
 25 kW/m ²	235 m
 5 kW/m ²	640 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53 FIGURE 3	






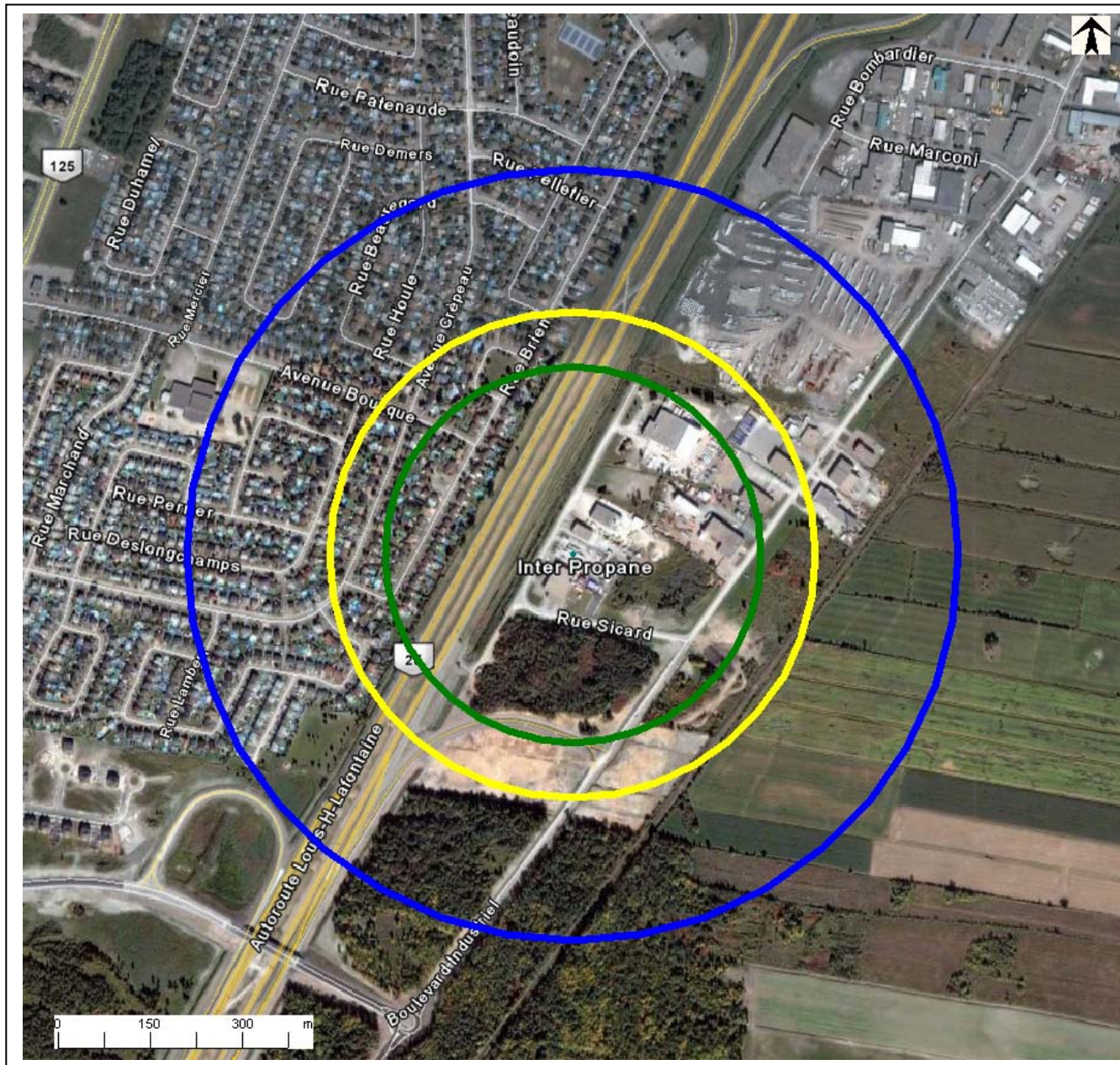
INTERPROPANE Mascouche, Québec	
Propane	
SCÉNARIO ALTERNATIF	
Équipement	Réservoir
Scénario	BLEVE
Inventaire, USG (kg)	31 000 (57 624)
Pression kPa(g) (psig)	1 550 (225)
Température, °C	s.o.
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	s.o.
Stabilité atmosphérique	s.o.
Température ambiante, °C	s.o.
Température du sol, °C	s.o.
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	s.o.
Charges thermiques	Distance
 1 800 (kW/m ²) ^{4/3} . s	155 m
 1 000 (kW/m ²) ^{4/3} . s	245 m
 500 (kW/m ²) ^{4/3} . s	355 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53 FIGURE 4	



INTERPROPANE Mascouche, Québec	
Propane	
SCÉNARIO ALTERNATIF	
Équipement	Réservoir
Scénario	BLEVE
Inventaire, USG (kg)	52 700 (97 961)
Pression kPa(g) (psig)	1 550 (225)
Température, °C	s.o.
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	s.o.
Stabilité atmosphérique	s.o.
Température ambiante, °C	s.o.
Température du sol, °C	s.o.
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	s.o.
Radiations	Distance
 25 kW/m ²	295 m
 5 kW/m ²	785 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53	
FIGURE 5	




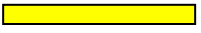

INTERPROPANE Mascouche, Québec	
Propane	
SCÉNARIO ALTERNATIF	
Équipement	Réservoir
Scénario	BLEVE
Inventaire, USG (kg)	52 700 (97 961)
Pression kPa(g) (psig)	1 550 (225)
Température, °C	s.o.
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	s.o.
Stabilité atmosphérique	s.o.
Température ambiante, °C	s.o.
Température du sol, °C	s.o.
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	s.o.
Charges thermiques	Distance
 1 800 (kW/m ²) ^{4/3} . s	225 m
 1 000 (kW/m ²) ^{4/3} . s	335 m
 500 (kW/m ²) ^{4/3} . s	475 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53	
FIGURE 6	



**INTERPROPANE
Mascouche, Québec**

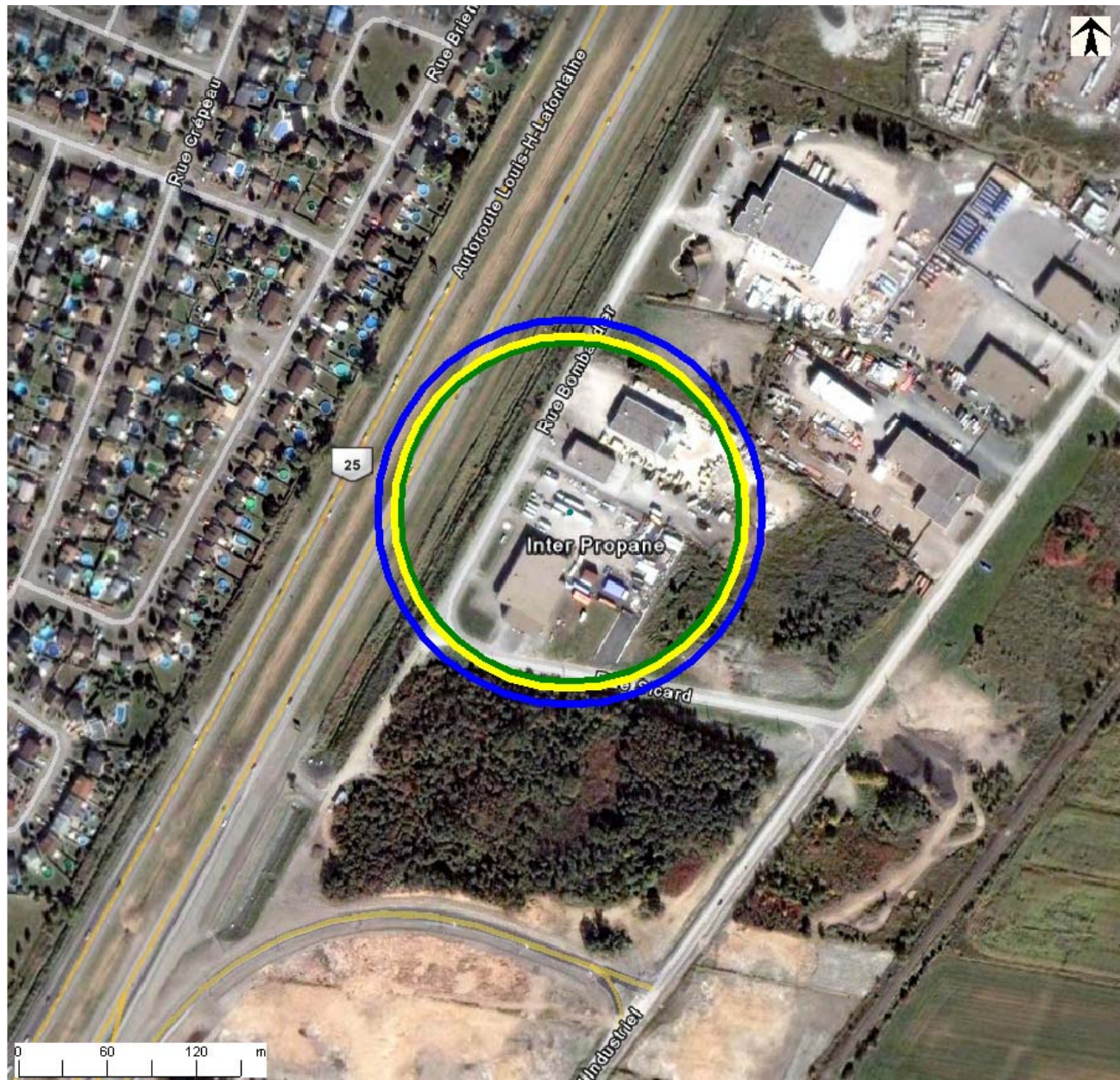
Propane

SCÉNARIO ALTERNATIF

Équipement	Réservoir
Scénario	BLEVE
Inventaire, USG (kg)	52 700 (97 961)
Pression kPa(g) (psig)	1 550 (225)
Température, °C	s.o.
Brèche, mm	s.o.
Débit de fuite, kg/s	s.o.
Durée, s	s.o.
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	s.o.
Stabilité atmosphérique	s.o.
Température ambiante, °C	s.o.
Température du sol, °C	s.o.
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	s.o.
Suppressions	Distance
 20,7 kPag (3 psig)	305 m
 13,8 kPag (2 psig)	395 m
 6,9kPag (1 psig)	625 m

DNV TECHNICA PHAST
PRO ver. 6.53

FIGURE 7



**INTERPROPANE
Mascouche, Québec**

Propane

SCÉNARIO ALTERNATIF




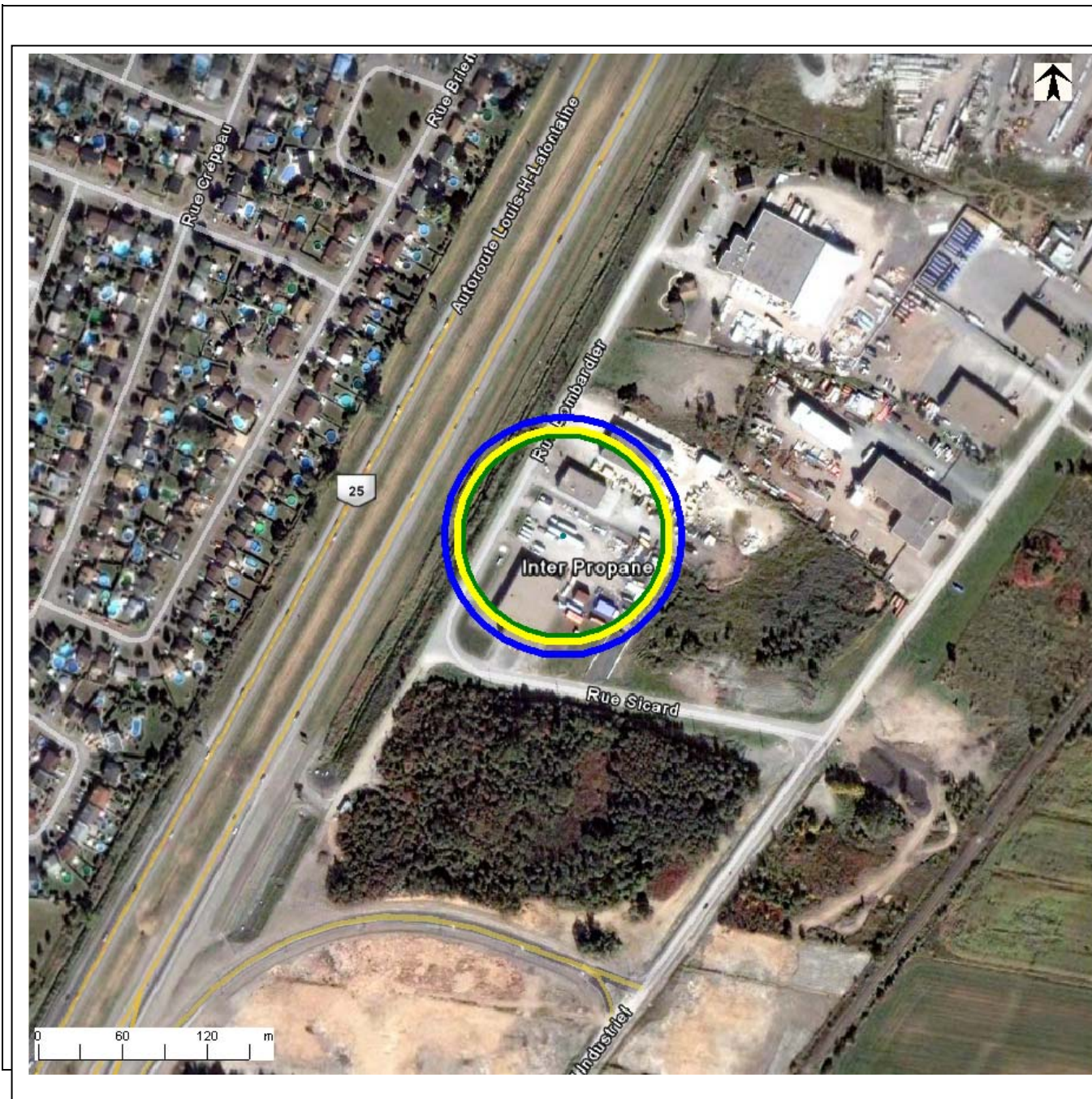



Équipement	Wagon
Scénario	Rupture du boyau de déchargement, formation d'un nuage de vapeurs et ignition. Débit de fuite limité par le clapet à débit excessif sur le camion.
Inventaire, USG (kg)	62 000 (115 248)
Pression kPa(g) (psig)	s.o.
Température, °C	25
Brèche, mm	50,8
Débit de fuite, kg/s	10,8
Durée, s	3 600
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	1,5 (5,4)
Stabilité atmosphérique	F
Température ambiante, °C	25
Température du sol, °C	25
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	0,17
Surpressions	Distance
	115 m
20,7 kPag (3 psig)	
	120 m
13,8 kPag (2 psig)	
	130 m
6,9 kPag (1 psig)	
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53	

FIGURE 8



INTERPROPANE
Mascouche, Québec
Propane

SCÉNARIO ALTERNATIF

Équipement	Wagon
Scénario	Rupture du boyau de déchargement, formation d'un nuage de vapeurs et ignition. Débit de fuite limité par le clapet à débit excessif sur le camion.
Inventaire, USG (kg)	62 000 (115 248)
Pression kPa(g) (psig)	s.o.
Température, °C	25
Brèche, mm	50,8
Débit de fuite, kg/s	10,8
Durée, s	3 600
Bassin de rétention, m ²	s.o.
Vitesse du vent, m/s (km/h)	3,5 (12,6)
Stabilité atmosphérique	D
Température ambiante, °C	25
Température du sol, °C	25
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	0,17
Suppressions	Distance
 20,7 kPag (3 psig)	70 m
 13,8 kPag (2 psig)	75 m
 6,9 kPag (1 psig)	85 m
DNV TECHNICA PHAST PRO ver. 6.53	
<i>FIGURE 9</i>	

ANNEXE 4 SMART HOSE

[Federal Register: September 4, 2003 (Volume 68, Number 171)]

[Notices]

[Page 52626-52627]

From the Federal Register Online via GPO Access [wais.access.gpo.gov]

[DOCID:fr04se03-90]

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

Federal Railroad Administration

Notice of Safety Advisory

AGENCY: Federal Railroad Administration (FRA), DOT.

ACTION: Notice of FRA Safety Advisory 2003-02.

SUMMARY: FRA is issuing Safety Advisory 2003-02 advising all persons involved in loading and unloading products from railroad tank cars that they cannot rely on internal excess flow valves to stop the flow of product except under the limited conditions for which these valves were designed and installed.

FOR FURTHER INFORMATION CONTACT: Thomas A. Phemister, Hazardous Materials Specialist, Office of Safety, RRS-12, Mail Stop 25, Federal Railroad Administration, Department of Transportation, 1120 Vermont Avenue, NW., Washington, DC 20590 (telephone 202-493-6050).

SUPPLEMENTARY INFORMATION:

Factual Background

On July 14, 2001, at the Atofina Chemicals, Inc., plant in Riverview, Michigan, a pipe attached to an unloading fitting on a railroad tank car fractured and separated, causing the

release of methyl mercaptan, a poisonous, flammable gas. The ensuing fire led to the rupture of hoses on an adjacent tank car containing chlorine, a poisonous, corrosive gas. Before the fire was extinguished about six hours later, three employees in the plant had been killed, and several other employees required treatment for exposure to the chemicals. About 2,000 residents of the area surrounding the plant were evacuated for about 10 hours.

In the course of its investigation, the National Transportation Safety Board (NTSB or the Board) determined that a contributing cause of the accident and its severity was the plant's reliance on the tank car excess flow valves \1\ to activate and stop product flow if a hose or unloading pipe broke.

\1\ Excess flow valves appear in the hazardous materials regulations, inter alia, at 49 CFR 179.100-13(c) and (d). The Tank Car Manual, (Specifications for Tank Cars, Manual of Standards and Recommended Practices, Section C-III, Association of American Railroads, Washington, DC, (copyright) 2000, Appendix A, Table A1) uses the term ``check valve."-----

Also as part of the NTSB investigation, it was determined that both the Environmental Protection Agency (EPA) and the Occupational Safety and Health Administration (OSHA) had required Atofina to develop safety plans for the Riverview facility. As a mandatory part of the plans, the company had to consider safeguards to reduce both the risk and the consequences of a catastrophic release of the hazardous materials present at the plant. Both the risk management plan required by EPA and the process safety management plan required by OSHA dealt specifically with the potential for the failure of a flexible hose used in the tank car unloading process that delivered methyl mercaptan into

the plant's industrial process. Under both plans, Atofina stated that the release of methyl mercaptan would be stopped by the automatic closure of the tank car's excess flow valves, specifically noting that this would occur even if a pipeline or unloading hose ruptured.\2\

\2\ Correspondence dated July 16, 2002, from Marion C. Blakely, Chairman, NTSB, to Allan Rutter, Administrator, FRA, summarizing the Board's investigation, including a public hearing, of this incident.

Following its investigation into the accident at the Atofina facility in Riverview, Michigan, the Board issued several recommendations. One of them recommended that FRA:

Issue a hazardous materials bulletin to warn companies involved in tank car loading and unloading operations that tank car excess flow valves cannot be relied upon to stop leaks that occur during those operations.\3\

\3\ NTSB Safety Recommendation R-02-16.

FRA completely agrees with the safety concerns of the Board in this matter.

The NTSB has previously investigated accidents involving the release of dangerous chemicals during industrial accidents and, in response to an accident in Baton Rouge, Louisiana, on July 30, 1983, the Board issued a report stating that excess flow valves were not designed to act as emergency shutoff devices during cargo transfer.\4\

\4\ NTSB, Vinyl Chloride Monomer Release From a Railroad Tank Car and Fire, Formosa Plastics Corporation Plant, Baton Rouge, Louisiana, July 30, 1983, Hazardous Materials Accident Report NTSB/HZM-85/08 (Washington, DC: NTSB, 1985).

Excess Flow Valves in the Railroad Hazardous Materials Regulatory Environment

As a general rule, the specifications for tank cars, at 49 CFR Part 179, include excess flow valves as a permissive feature on what the regulations refer to as "pressure" tank cars and do not mention the devices in the specification for "non-pressure" tank cars.

The regulations state:

The interior pipes of the loading and unloading valves shall be anchored and, except as prescribed in Sec. 179.102 or Sec. 179.103, may be equipped with excess flow valves of approved design. (Emphasis supplied.) \5\

\5\ 49 CFR 179.100-13(b) Venting, loading and unloading valves, measuring and sampling devices.

The packaging requirements in Sec. 173.314 require excess flow valves for the interior pipes of loading/unloading valves, sampling devices, and gauging devices on tank cars transporting materials with a primary or secondary hazard of 2.1 (flammable gas); excess flow valves are also required on the interior pipes of liquid discharge valves on tank cars transporting chlorine.\6\ FRA believes that most cars built to the pressure car standards have excess flow valves, but the same cannot be said for non-pressure cars, many of which, in fact, transport commodities at pressures greater than the ambient atmosphere.

\6\ 49 CFR 173.314 (j) and (k), respectively.

An excess flow valve is, typically, a metallic device inserted into the interior piping of a tank car, just below the valve(s) used to load and unload the car. In the event that the

valves are sheared off in a railroad accident, there will be a sudden rush of product out the opening thus created. With nothing to impede the flow of fluid product, the excess flow valve will move toward the opening and seat, thus sealing off the opening.

In response to concerns that the then-current regulatory provision for excess flow valves might be ambiguous, in 1985 the DOT published a notice of proposed rulemaking to amend the tank car specifications by adopting what is now the contemporary standard. Proponents of the clarification stated that tank-mounted excess

flow valves are not intended to substitute for adequate excess flow equipment in plant loading systems. "The only use of such valves is for protection against loss of lading due to shearing of external closure during transit." \7\

 \7\ Docket HM-166W, NPRM at 53 FR at 36418, September 19, 1988; Final Rule adopting the amendment as proposed, 54 FR 38790, September 20, 1989.

 The hazardous materials regulations (HMR) are quite clear that excess flow valves are limited in purpose and scope:

An excess flow valve as referred to in this specification, is a device which closes automatically against the outward flow of the contents of the tank in case the external closure valve is broken

off or removed during transit * * * \8\

\8\ 49 CFR 179.100-13(d).

 Excess flow valves, by their nature, must encounter a high-volume, surging flow of product to be activated. If that were not the case, they might function in unintended situations, such as when a tank car is being unloaded with the aid of a strong pump. As designed,

essentially any apparatus attached to the outside of the external closure valve will create sufficient internal friction (whether hose or pipe) that the flow of product will not be sufficient to activate the

excess flow valve.

Safety Warning

Excess flow valves, by both design and regulation, are intended to function only when the external closure valve is sheared, broken off, or otherwise removed during transit. These devices may also function as a back-up flow control device during tank car loading or unloading activities. While FRA neither regulates nor enforces the risk

management plans required by EPA or the process safety management plan required by OSHA, it does have considerable expertise in the design, construction, and use of railroad tank cars and the safety features designed into them. FRA cannot urge strongly enough that the excess flow valve feature commonly included in pressure-type tank cars is not to be relied upon to stop leaks that may occur during loading or unloading operations.

Issued at Washington, DC, on August 28, 2003.

George Gavalla, Associate Administrator for Safety,
Federal Railroad Administration.

[FR Doc. 03-22473 Filed 9-3-03; 8:45 am]

BILLING CODE 4910-06-U

ANNEXE 5 LIGNES DIRECTRICES VISANT À FAVORISER L'INTERVENTION LORS D'INCIDENTS IMPLIQUANT LA PRÉSENCE DE PROPANE

Lignes directrices visant à favoriser l'intervention lors d'incidents impliquant la présence de propane Date de publication : 1995

Tiré du site du ministère de la sécurité publique le 2008/08/13

But 62	
Personnes visées.....	62
Informations	62
Éléments de stratégie	63
Mesures élémentaires de sécurité.....	63
Fuite sans feu	64
<i>Fuite sans feu à l'intérieur d'un bâtiment.....</i>	64
<i>Fuite sans feu à l'extérieur d'un bâtiment.....</i>	64
Récipient chauffé uniquement par la chaleur radiante	65
<i>Récipient en contact direct avec les flammes</i>	67

TABLEAU 1: DÉBIT D'EAU POUR REFROIDIR UN RÉCIPIENT NON EN CONTACT AVEC LES FLAMMES SELON SA CAPACITÉ..... 66

TABLEAU 2: DISTANCE MINIMALE DES INTERVENANTS ET RAYON D'ÉVACUATION EN FONCTION DE LA CAPACITÉ DU RÉSERVOIR..... 68

But

Assurer une intervention efficace et sécuritaire lors d'un incident impliquant la présence de propane.

Personnes visées

Tout le personnel du service d'incendie.

Informations

Le propane (UN 1978) est un gaz de pétrole liquéfié (GPL) très inflammable, comme le butane (UN 1011). Ces deux produits portent normalement le numéro d'identification UN 1075 lors du transport. Le propane est entreposé et manipulé à l'état liquide sous pression à l'intérieur d'un récipient, c'est-à-dire une bouteille, un réservoir, une citerne routière ou ferroviaire.

Le propane est inodore et non toxique mais pour le rendre perceptible, un additif odorant (le mercaptan) lui est incorporé. Il est toutefois possible de retrouver du produit sans mer-

captan dans certaines citernes ferroviaires et, occasionnellement, dans certaines citernes routières. La densité du propane gazeux est de 1,52, ce qui signifie que les vapeurs du propane sont 1,52 fois plus lourdes que l'air. Conséquemment, elles ont tendance à s'accumuler dans les parties basses.

Pour devenir combustible, le propane doit se mélanger dans une certaine proportion à l'oxygène contenu dans l'air. Le mélange propice à la combustion se situe entre la limite inférieure d'inflammabilité (LII) et la limite supérieure d'inflammabilité (LSI), soit entre 2,15 % (LII) et 9,6 % (LSI) de propane dans l'air ambiant. Il est également important de préciser que lorsqu'un litre de propane liquide est relâché à 25 degrés Celsius, il va se détendre de manière à produire 270 litres de vapeurs de propane.

Les dangers potentiels du propane sont le feu, le rayonnement thermique du feu, l'onde de chocs et les débris projetés par l'explosion d'un récipient contenant des vapeurs du liquide en ébullition (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion* ou BLEVE) ainsi que les possibilités d'engelures lors d'un contact avec du propane liquide.

Éléments de stratégie

Le responsable des opérations doit établir une stratégie conforme aux règles de l'art pour contrôler le plus sécuritairement possible tout incident impliquant le propane.

Certaines actions doivent être envisagées uniquement lorsqu'il existe un potentiel de sauver des vies et à la condition que des mesures appropriées soient prises afin d'assurer la sécurité des pompiers.

Mesures élémentaires de sécurité

- Revêtir les équipements de protection personnels requis tels que les vêtements protecteurs, casques, bottes, gants, appareils respiratoires et alarmes personnelles antidéflagrantes.
- Effectuer une analyse de la situation.
- Contacter CANUTEC et la compagnie de gaz afin d'obtenir une assistance technique.
- Aviser, lorsque la situation est susceptible d'exiger la participation de différents intervenants, le coordonnateur municipal des mesures d'urgences, lequel jugera de l'opportunité d'activer le plan de mesures d'urgences et de solliciter l'assistance de la Direction générale de la sécurité et de la prévention.
- Déterminer le périmètre de sécurité et procéder à l'évacuation des personnes en danger.
- Utiliser des équipements (radios, lampes de poche et ventilateurs) antidéflagrants. De plus, ne pas porter de téléavertisseurs et de téléphones cellulaires dans les zones atteintes par un nuage de gaz.
- Demeurer le vent dans le dos.

- Prévoir une ou des lances supplémentaires pour assurer la protection du personnel.
- Approcher des réservoirs horizontaux uniquement par le côté et, autant que possible, perpendiculairement au centre du réservoir. Cependant, cette approche ne garantit pas une sécurité totale.
- Ne pas appliquer d'eau au point de fuite ou sur les dispositifs de sécurité afin d'éviter une obstruction par la glace.

Fuite sans feu

Une installation défectueuse ou endommagée peut laisser échapper du propane sous sa forme gazeuse et, occasionnellement, sous sa forme liquide. Les vapeurs plus lourdes que l'air peuvent se propager sur de grandes distances vers une source d'allumage, provoquer un retour de flamme et même une explosion jusqu'au point de fuite. Le propane liquide en contact avec la peau cause des brûlures ou de sérieuses engelures. En plus des mesures de sécurité énumérées précédemment, les précautions suivantes devraient être prises lorsque la situation le permet :

Fuite sans feu à l'intérieur d'un bâtiment

- Fermer tout robinet susceptible de couper l'écoulement de gaz.
- Ne pas activer d'appareillages électriques.
- Procéder immédiatement à l'évacuation du bâtiment et déterminer simultanément la concentration de gaz à l'aide d'un détecteur de gaz.
- Éliminer toutes les sources d'allumages et éteindre les flammes nues.
- Ventiler le bâtiment par l'extérieur, en ouvrant portes et fenêtres si possible, sinon en les brisant, tant que la situation n'est pas sous contrôle.

Fuite sans feu à l'extérieur d'un bâtiment

- Localiser le point de fuite qui peut être observé par la présence, selon la température ambiante, d'un nuage ou de brume blanche ou par le son du gaz qui s'échappe. Une fuite de propane liquide est visible sous la forme d'un nuage blanchâtre et, souvent, par le givre ou la glace qui se forme au point d'échappement.
- Fermer tout robinet susceptible de couper l'écoulement de gaz en utilisant un jet brume pour disperser les vapeurs de propane et un deuxième jeu pour la protection des pompiers.
- Arrêter la fuite si possible.
- Déterminer la zone atteinte par le nuage de gaz à l'aide d'un détecteur de gaz et procéder à l'évacuation des personnes exposées au risque.

- Éliminer toutes les sources d'allumage. Les véhicules sont aussi considérés comme une source d'allumage.
- Contrôler la dispersion des vapeurs de gaz en utilisant des jets brume d'eau.

Réceptif chauffé uniquement par la chaleur radiante

La chaleur radiante provenant d'un incendie de bâtiment ou d'une fuite de gaz enflammé entraîne une augmentation de pression à l'intérieur du réceptif, peut faire ouvrir la soupape de sûreté et, à la limite, peut faire exploser le réceptif. Le même phénomène peut également se produire lorsqu'une citerne routière ou ferroviaire est impliquée dans un accident. *Lorsque l'eau est disponible en quantité et en continuité et que le réceptif est chauffé uniquement par la chaleur radiante*, les actions suivantes devraient être envisagées :


- Refroidir à l'aide de jets d'eau la partie supérieure du réceptif en considérant l'efficacité des jets. Si le temps et les installations le permettent, utiliser des jets mécaniques à grande puissance ou, à défaut, des supports à boyaux afin d'éviter d'exposer inutilement du personnel. Tel qu'indiqué dans le tableau 1, la quantité d'eau nécessaire varie en fonction de la capacité du réceptif impliqué. Le débit d'eau requis peut être calculé selon la formule suivante :

en litre : $10 \times \sqrt{\text{capacité}}$ (litre)

TABLEAU 1 : DÉBIT D'EAU POUR REFROIDIR UN RÉCIPIENT NON EN CONTACT
AVEC LES FLAMMES SELON SA CAPACITÉ

I M P O R T A N T
À CONSERVER DANS LE VÉHICULE D'INTERVENTION







**INTERVENTION LORS D'INCIDENTS IMPLIQUANT
LE PROPANE**

**Débit d'eau pour refroidir un récipient non en contact
avec les flammes selon sa capacité**

Capacité du réservoir	Dimensions du réservoir		Débit d'eau de refroidissement
	diamètre	longueur	
100 l (22 gal imp)	0,30 m (1,0 pi)	1,50 m (5,0 pi)	100 l/min (22 gal imp/min)
400 l (88 gal imp)	0,61 m (2,0 pi)	1,50 m (5,0 pi)	200 l/min (44 gal imp/min)
2000 l (440 gal imp)	0,96 m (3,1 pi)	3,00 m (10,0 pi)	447 l/min (93 gal imp/min)
4000 l (880 gal imp)	1,00 m (3,3 pi)	4,90 m (16,0 pi)	632 l/min (131 gal imp/min)
8000 l (1760 gal imp)	1,25 m (4,1 pi)	6,50 m (21,3 pi)	894 l/min (186 gal imp/min)
22000 l (4840 gal imp)	2,10 m (6,9 pi)	6,70 m (22,0 pi)	1483 l/min (310 gal imp/min)
42000 l (9240 gal imp)	2,10 m (6,9 pi)	11,80 m (38,7 pi)	2050 l/min (426 gal imp/min)
82000 l (18000 gal imp)	2,75 m (9,0 pi)	13,70 m (45,0 pi)	2864 l/min (596 gal imp/min)
140000 l (30800 gal imp)	3,30 m (10,8 pi)	17,20 m (56,4 pi)	3742 l/min (778 gal imp/min)

* Le débit d'eau est basé sur l'équation suivante : en litre : $10 \times \sqrt{\text{capacité (litre)}}$

Note: Ces données sont extraites et adaptées du document *Bleve - Réaction et prévention*, produit par le Dr. A. Birk de l'Université Queen's à Kingston pour Transports Canada, l'Association canadienne des chefs et l'Association de gaz propane du Canada. Ce tableau se veut un guide pour les équipes d'intervention et doit être utilisé avec discernement.

Sécurité publique
Québec 

- Voir le débit d'eau pour refroidir un récipient non en contact avec les flammes selon sa capacité (Figure 1).
- Utiliser les moyens pour éteindre la source de feu qui expose le récipient.
- Fermer tout robinet susceptible de couper le débit de gaz en utilisant un jet brume de grande puissance pour éloigner la chaleur et la fumée et un deuxième jet brume pour la protection des pompiers.
- Ne pas éteindre le gaz qui brûle à moins que la fuite puisse être arrêtée.
- Ne jamais arroser le feu sortant de la soupape de sûreté.
- Déplacer en position verticale sans les traîner sur le sol uniquement les petites bouteilles de propane pouvant éventuellement être exposées à la chaleur.
- Prendre en considération les éléments énumérés au point 4 dès que la situation s'aggrave, notamment lorsque les flammes viennent en contact avec le récipient, lorsque le niveau de bruit émis par la soupape de sûreté augmente ou lorsque la soupape de sûreté s'ouvre plus longtemps malgré les opérations visant à refroidir le récipient.


Récipient en contact direct avec les flammes

Un récipient soumis directement aux flammes intenses durant 5, 10 ou 15 minutes, selon sa capacité, peut se briser subitement et de façon catastrophique (BLEVE). Cette explosion crée une immense boule de feu dont le diamètre au sol varie en fonction de la quantité de propane dans le récipient. Le rayonnement de cette boule de feu peut provoquer de sévères brûlures. Des débris du récipient peuvent également être projetés sur de grandes distances et dans toutes les directions. C'est pourquoi les précautions suivantes devraient être prises dans ces circonstances :

- Ne pas se précipiter pour éteindre l'incendie.
- Demeurer à une distance raisonnable, tel qu'indiqué dans le tableau 2, équivalente à quatre fois le rayon de la boule de feu, et évaluer la situation à l'aide de jumelles.
- Évacuer les personnes qui se trouvent à l'intérieur du rayon indiqué dans le tableau 2.
- Ne pas approcher du récipient, même lorsque l'incendie est éteint, tant qu'un expert n'a pas évalué la condition de celui-ci.

TABLEAU 2 : DISTANCES MINIMALE DES INTERVENANTS ET RAYON D'ÉVACUATION EN FONCTION DE LA CAPACITÉ DU RÉSERVOIR

I M P O R T A N T
À CONSERVER DANS LE VÉHICULE D'INTERVENTION






INTERVENTION LORS D'INCIDENTS IMPLIQUANT LE PROPANE
Distance minimale des intervenants et rayon d'évacuation en fonction de la capacité du récipient lorsqu'il est chauffé directement par les flammes

Capacité du réservoir	Rayon de la boule de feu*	Distance minimale des pompiers**	Rayon minimal d'évacuation	Rayon préférable d'évacuation
100 l (22 gal imp)	10 m (33 pi)	90 m (295 pi)	154 m (505 pi)	307 m (1007 pi)
400 l (88 gal imp)	16 m (52 pi)	90 m (295 pi)	244 m (800 pi)	488 m (1600 pi)
2000 l (440 gal imp)	28 m (92 pi)	111 m (364 pi)	417 m (1368 pi)	834 m (2735 pi)
4000 l (880 gal imp)	35 m (115 pi)	140 m (460 pi)	525 m (1722 pi)	1050 m (3444 pi)
8000 l (1760 gal imp)	44 m (144 pi)	176 m (577 pi)	661 m (2168 pi)	1323 m (4340 pi)
22 000 l (4840 gal imp)	62 m (203 pi)	247 m (811 pi)	926 m (3037 pi)	1852 m (6075 pi)
42000 l (9240 gal imp)	77 m (253 pi)	306 m (1004 pi)	1149 m (3769 pi)	2200 m (7216 pi)
82000 l (18000 gal imp)	96 m (315 pi)	383 m (1256 pi)	1435 m (4707 pi)	2200 m (7216 pi)
140000 l (30800 gal imp)	114 m (374 pi)	457 m (1500 pi)	1715 m (5625 pi)	2200 m (7216 pi)

* Le rayon de la boule de feu est calculé en supposant que le réservoir est plein à 80 %.

** La projection des débris peut dépasser ces distances.

Note: Ces données sont extraites et adaptées du document *Bleve - Réaction et prévention* produit par le Dr. A. Birk de l'Université Queen's à Kingston pour Transports Canada, l'Association canadienne des chefs et l'Association de gaz propane du Canada. Ce tableau se veut un guide pour les équipes d'intervention et doit être utilisé avec discernement.

Sécurité publique
Québec 

* Le rayon de la boule de feu est calculé en supposant que le réservoir est plein à 80%.

** La projection des débris peut dépasser ces distances.

Références

- *Bleve - Réaction et prévention*, vidéo et information technique produits par Dr. A. M. Birk, Université Queen's, Kingston, Canada, septembre 1995.
- *Code d'installation du Propane*, CAN/CGA-B149.2-M91, Association canadienne du gaz, 1991.
- *Guide de premières mesures d'urgence*, Canutec, Canada, 1992.
- C.S.S.T., *Rapport d'enquête d'accident, Ville de Warwick*, 21 décembre 1994.
- *Manuel de lutte contre l'incendie*, International Fire Service Training Association, 2^e édition, 1983.
- *Opérations d'intervention relatives aux marchandises dangereuses*, Claude Cazes et Ginette Tremblay, Association des chefs de service d'incendie du Québec, 1994.

Pour atteindre le but visé, ces lignes directrices doivent être nécessairement accompagnées de séances de formation théorique et pratique.

Dernière mise à jour : 2004-02-25