

ÉTUDE DE CONSÉQUENCES D'UN INCIDENT IMPLIQUANT DU PROPANE DANS LA CARRIÈRE FRANCON DE MONTRÉAL

Préparé pour :

**Les Consultants S.M. Inc.
Montréal, Québec**

Préparé par:

**J.P. LACOURSIERE INC.
35 rue Lemoyne
Repentigny, Québec
J6A3L4**

Projet No: P00277

Rapport final

Août 2007

J.P. LACOURSIERE INC.

**ÉTUDE DE CONSÉQUENCES D'UN INCIDENT IMPLIQUANT
DU PROPANE DANS LA CARRIÈRE FRANCON
DE MONTRÉAL**

Rapport final

P00277

Août 2007

Préparé par :  Date: 2007/08/22

Jean-Paul Lacoursière, ing.

Table des matières

Préambule	ii
Définitions.....	iii
Abréviations.....	iii
Sommaire exécutif.....	1
1 Introduction.....	3
2 Portée du projet et mandat	3
3 Responsables de l'étude	3
4 Cadre réglementaire et normes.....	3
5 Description des installations	4
6 Niveaux de dangers prédéfinis	4
7 Historique d'accidents	5
8 Scénarios d'accidents.....	5
9 Simulation.....	5
10 Conclusion.....	6

Tableaux

Tableau 1 Niveaux de dangers pour les scénarios	4
Tableau 2 Paramètres de modélisation.....	5
Tableau 3 Conséquences des scénarios d'accidents	6

Préambule

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à J.P. LACOURSIERE inc., des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de J.P. LACOURSIERE inc. ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par J.P. LACOURSIÈRE inc. dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Le rôle de J.P. LACOURSIÈRE inc. est d'aider à la prise de décision, cependant, J.P. LACOURSIERE inc. n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de J.P. LACOURSIÈRE inc. ne peut donc se substituer à celle du décideur.

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 inc. se dégage de toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

Définitions

Accident :	Un événement non désiré et non prévu qui entraîne des blessures ou des pertes de vies, et (ou) des impacts négatifs sur l'environnement ou des dommages à la propriété.
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) :	Un événement qui peut se produire lorsqu'un contenant sous-pression de gaz liquéfié est chauffé par une flamme. La chaleur du feu réchauffe le liquide et augmente la pression. Bien que la soupape de sûreté prévient 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.
Conséquence :	Résultat d'un accident. Il peut y avoir plus d'une conséquence d'un événement.
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.
Explosion d'un nuage de vapeur :	Lorsque des vapeurs inflammables sont répandues dans l'atmosphère, leur mélange avec l'air formera un nuage de vapeurs inflammables. Si ce nuage s'enflamme, la vitesse de la flamme pourra s'accélérer à de grandes vitesses et produire une surpression importante.
Scénario d'accident :	Un événement non planifié ou séquence d'événements qui résultent en des conséquences indésirables. Un événement avec des conséquences sur la sécurité ou des impacts.

Abréviations

kPa	kilo Pascal
kW	kilowatt
kg	kilogramme
kPa	kilo Pascal
kW/m ²	kilowatt par mètre carré, flux thermique
lbs	livres
m	mètre
psig	Livre par pouce carré
s	seconde

Sommaire exécutif

Les Consultants S.M. inc. ont le mandat de réaliser les études préliminaire pour un centre commercial à être bâti dans la carrière Francon de Montréal. Dans le cadre de ce centre commercial les commerçants souhaitent vendre du propane en bonbonnes de 45 lbs. Le Service des incendies de Montréal (SIM) souhaite connaître quels sont les risques associés à une telle opération. Le SIM est spécifiquement préoccupé par l'accumulation de propane, un gaz lourd en fond de carrière en cas de fuite de cette substance.

Selon notre compréhension du projet, il n'y aura aucun stockage de propane en réservoir, ni remplissage de bonbonnes sur le site.

Des simulations d'incidents impliquant 1, 50 et 100 bonbonnes ont été faites. Les caractéristiques des lieux ont été prises en compte, i.e. cuvette où les gaz peuvent s'accumuler et encombrement des lieux par les véhicules présents dans le stationnement. La cuvette et l'encombrement des lieux ainsi que la réflexion de l'onde de choc sur les parois de la carrière ont le potentiel de produire une amplification des conséquences. Ces caractéristiques ont été prises dans les calculs qui ont été faits.

Les paramètres suivants sont utilisés pour mesurer les conséquences :

Surpression résultant d'une explosion :

6,89 kPa (1 psig) – Écroulement de murs de briques

2,29 kPa (0,3 psig) – Éclatement de fenêtres avec projection de fragments de verre

Flux thermique (radiation thermique)

5 kW/m² pendant 40 secondes – brûlure au deuxième degré.

L'événement le plus plausible serait un incendie qui impliquerait des bonbonnes de propane. Un tel événement conduit à l'explosion des bonbonnes (BLEVE) avec flux thermique de 5 KW/m² à 56 m pendant 2 secondes. Lors d'un tel incendie, les bonbonnes explosent et sont habituellement propulsées tel des missiles sur 100 à 300 m. Les flux thermiques sont de très courtes durées et auraient peu de conséquences.

Le déversement complet d'une bonbonne et l'explosion du nuage de gaz qui s'en suivrait présente une surpression de 6,89 kPa sur 37 m de rayon et 2,29 kPa sur 42 m.

Cette situation est tout à fait comparable à tout centre de distribution de propane.

Bien que les conséquences soient significatives, leur probabilité est réduite à un niveau tolérable en entreposant les bonbonnes dans des cabinets fermés, ventilés et barrés.

Les lois de sécurité civile et de sécurité incendie, le code national de prévention des incendies du Canada, le Code sur l'emmagasiner et la manipulation du propane, le code NFPA 58 « Liquefied Petroleum Gas Code, Chapter 8: Storage of cylinders awaiting Use, Resale, or Exchange » et les exigences spécifiques du SIM doivent être respectés.

Les deux autres scénarios, déversement de 50 bonbonnes et 100 bonbonnes ne sont pas crédibles à notre avis. Pour se réaliser, il faudrait un acte volontaire. Il faudrait que les

bonbonnes soient renversées avec le robinet vers le fond pour obtenir un écoulement important ce qui exposerait ces personnes à un nuage de propane. De plus, le nuage de propane aurait des chances de s'allumer avant que la masse totale de propane soit répandue à causes des nombreuses sources d'allumage présentes sur le site.

En conclusion, nous n'avons pas d'objection au stockage et à la distribution de bonbonnes de propane pourvu que les lois, règlements, normes et pratiques suivants soient respectés :

- Loi sur la sécurité civile;
- Loi sur la sécurité incendie,
- Code national de prévention des incendies du Canada;
- Code sur l'emmagasiner et la manipulation du propane
- NFPA 58, Liquefied Petroleum Gas Code, Chapter 8: Storage of cylinders awaiting Use, Resale, or Exchange, et;
- Exigences du Service des Incendies de Montréal

Les risques nous apparaissent semblables à tout autre commerce engagé dans ce type de distribution.

1 Introduction

Les Consultants S.M. inc. ont le mandat pour réaliser les études préliminaire pour un centre commercial à être bâti dans la carrière Francon de Montréal. Dans le cadre des opération de ce site le ou les commerçant souhaitent vendre du propane en bonbonnes de 45 lbs. Le Service des incendies de Montréal (SIM) souhaite connaître quels sont les risques associés à une telle opération.

2 Portée du projet et mandat

Le projet consiste à évaluer les conséquences des fuites suivantes de bonbonnes de propane :

- 1 bonbonne;
- 50 bonbonnes; et,
- 100 bonbonnes.

3 Responsables de l'étude

J.P. Lacoursière inc. est un bureau conseil spécialisé dans les études de phénomènes dangereux et de l'aménagement du territoire qui oeuvre dans ces domaines depuis 15 ans dont le siège social est à Repentigny, QC.

4 Cadre réglementaire et normes

Les installations projetées sont régies par les lois, règlements, normes et pratiques suivants :

- Loi sur la sécurité civile;
- Loi sur la sécurité incendie,
- Code national de prévention des incendies du Canada;
- Code sur l'emmagasinage et la manipulation du propane;
- NFPA 58, Liquefied Petroleum Gas Code, Chapter 8: Storage of cylinders awaiting Use,

Resale, or Exchange, et;

- Exigences spécifiques du Service des incendies de Montréal.

5 Description des installations

Les installations permettront de stocker jusqu'à 100 bonbonnes de 45 lbs de propane dans des cabinets ventilés en métal pouvant être barrés.

Il n'y aura pas de remplissage de bonbonnes sur le site.

6 Niveaux de dangers prédéfinis

Les niveaux de dangers qui ont été retenus pour l'étude apparaissent au Tableau 1. Ces niveaux de dangers se sont inspirés du Guide: Analyse de risques d'accidents technologiques majeurs, version de mai 2002, Marie-Claude Théberge, du Ministère de l'Environnement.

Tableau 1 Niveaux de dangers pour les scénarios

Substances inflammables		
	Seuil pour la planification des mesures d'urgence	Seuil pour les bris de vitres
Surpression	6,9 kPa (1 psig) Seuil pour la planification d'urgence. Un individu exposé à une surpression de 1 psig pourrait subir des blessures à cause des dommages aux structures, notamment l'éclatement des fenêtres ou la chute de débris. Ce niveau de surpression définit la zone où les individus pourraient subir des blessures sérieuses.	2,29 kPa (0,3 psig) Seuil pour les bris de vitres.
Flux thermique (radiation)	5 kW/m² Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine ». C'est le seuil actuellement utilisé au Québec pour délimiter les zones soumises au plan d'urgence.	

Les paramètres des simulations pour les calculs de dispersion sont présentés au Tableau 2.

Tableau 2 Paramètres de modélisation

Vitesse du vent / stabilité atmosphérique	1,5 m/s / F
Température air, °C	25
Origine des vents prédominants pour les mois d'été	ouest
Température du sol, °C	25
Humidité relative, %	50
Rugosité du sol	Site urbain (0,17)

7 Historique d'accidents

Plusieurs accidents se sont produits où des bonbonnes de propane exposées à un incendie ont explosé (BLEVE).

8 Scénarios d'accidents

Deux scénarios d'accidents sont étudiés :

- Fuite de propane à partir de bonbonnes, formation d'un nuage de vapeur inflammables et explosion du nuage;
- Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE) de bonbonnes de propane.

9 Simulation

Les simulations ont été faites à l'aide des logiciels *Aerial Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA)* v. 5.4.1 de la U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration et *VCloud* v.2.04.05 de Baker Engineering and Risk Consultants.

Les résultats sont présentés au Tableau 3.

Tableau 3 Conséquences des scénarios d'accidents

	Inventaire de propane		
	1 bonbonne de 45 lbs	50 bonbonnes de 45lbs	100 bonbonnes de 45 lbs
	Distance, m		
BLEVE^{1,2}			
5 kW/m²	56		
Explosion de nuage de vapeur inflammable³			
2,29 kPa (0,3 psig)	42	600	740
6,89 kPa (1 psig)	37	205	255

Notes :

1. Les distances pour les BLEVE de bonbonnes de propane sont les mêmes pour tous les cas, car le flux thermique est causé par les bonbonnes individuelles qui explosent.
2. La durée de chaque boule de feu est de 2 secondes.
3. Dans chaque cas l'inventaire contenu dans les bonbonnes a été répandu dans l'environnement en 10 minutes. Aucune dilution provoquée par la dispersion n'a été prise en compte. L'allumage du nuage a été déclenché après que tout l'inventaire ait été déversé. L'accélération de la flamme a été occasionnée par les obstacles présents dans l'environnement dont les véhicules en stationnement. La réflexion de l'onde de choc sur les parois rocheuses a été prise en compte

10 Conclusion

Deux scénarios d'accidents ont été étudiés : un BLEVE (explosion) de bonbonnes de propane et des explosions de nuage de vapeur inflammable

- BLEVE (explosion de bonbonne)

Ce type d'événement se produit lorsque des bonbonnes contenant du propane sont exposées à un incendie. Dans ces circonstances l'acier perd sa résistance, la bonbonne explose et répand le propane dans l'atmosphère qui forme une boule de feu radiante. Chaque bonbonne affectée par la chaleur de l'incendie explose individuellement. Les distances ne sont pas augmentées mais il y a plusieurs explosions. La distance pour un flux thermique de 5 kW/m² est de 56 m. La durée de chaque boule de feu est de 2 se-

condes, ce qui devrait résulter en peu de conséquences considérant la courte durée. Cependant, les bonbonnes peuvent être propulsées comme des missiles sur des distances de 100 à 300 m. Les projections sont complètement aléatoires.

- Explosion de nuage de vapeurs inflammables

Les gaz de pétrole comme le propane, forment un nuage de vapeurs explosives lorsqu'ils sont répandus dans l'atmosphère. L'allumage de ce nuage peut provoquer une explosion. La puissance de l'explosion est fonction de la masse de combustible, du degré de confinement et d'encombrement des lieux. Dans le cas qui nous concerne, nous avons pris le confinement offert par la carrière et l'encombrement a été donné par les véhicules en stationnement. Nous avons étudié trois scénarios: déversement de 1 bonbonne, 50 bonbonnes et 100 bonbonnes. Chaque inventaire a été déversé et l'allumage a été simulé après que tout l'inventaire ait été déversé.

Les simulations ont été calibrées pour donner les surpressions de 6,89 kPa (1 psig), peut occasionner l'écroulement des murs de briques et 2,29 kPa (0,3 psig), peut occasionner des bris de vitres avec projection de fragments. Les conséquences d'explosions sont généralement illustrées par des cercles.

Les rayons suivants ont été obtenus :

	2,29 kPa (0,3 psi)	6,89 kPa (1,0 psi)
1 bonbonne	42 m	37 m
50 bonbonnes	600 m	205 m
100 bonbonnes	740m	255m

Il est concevable qu'une bonbonne se déverse suite à un accident avec les conséquences décrites précédemment. Ces niveaux de surpression sont insuffisants pour causer des blessures graves à une personne à l'extérieur.

Cependant, il est peu plausible d'avoir un déversement de 50 ou 100 bonbonnes, que ce déversement soit volontaire ou accidentel.

L'incendie avec le BLEVE de bonbonnes de propane est le scénario d'événement le plus crédible.

En conclusion, nous n'avons pas d'objection au stockage et à la distribution de bonbonnes de propane pourvu que les lois, règlements, normes et pratiques suivants soient respectés :

- Loi sur la sécurité civile;
- Loi sur la sécurité incendie,
- Code national de prévention des incendies du Canada;
- Code sur l'emmagasinage et la manipulation du propane

- NFPA 58, Liquefied Petroleum Gas Code, Chapter 8: Storage of cylinders awaiting Use, Resale, or Exchange, et;
- Exigences du Service des Incendies de Montréal.