



QUESTIONS COMPLÉMENTAIRES DU 25 FEVRIER 2015 ADRESSEES AU PROMOTEUR (DQ9, NOS 15)

15. QUESTION 15

L'étude des risques technologiques associés au transport maritime du GNL est présentement en cours de réalisation et devrait être déposée à la commission d'enquête avant la fin de ses travaux pour qu'elle puisse en tenir compte dans son rapport. Dans le cadre de l'évaluation des scénarios d'accidents, vous évaluerez les distances maximales auxquelles les radiations thermiques résultant d'un accident pourraient être ressenties (DT3, p. 41).

Veillez présenter ces évaluations pour un niveau de radiations thermiques de 3 kW/m² (en plus des autres niveaux habituels de radiations thermiques).

Veillez également identifier, s'il y a lieu, les éléments sensibles du milieu bâti (résidences, campings, garderies, écoles, églises, hôpitaux, auberges, etc.) qui pourraient se retrouver à l'intérieur d'un seuil de radiations thermiques de 1,6 kW/m² dans le cas où un accident aurait lieu dans le chenal en face de la municipalité de Champlain.

(À déposer dès que possible, avec l'étude de risques ci-haut mentionnée).

15.1 REPONSE QUESTION 15

Le rapport préliminaire de l'analyse de risques en cours de préparation dans le cadre du processus TERMPOL est joint à ce document. Le rapport est préparé par Lloyd's Register Consulting, le consultant retenu par Stolt LNGaz pour réaliser les études techniques requises dans le cadre du processus TERMPOL.

Les critères ou seuil des effets pour les radiations thermiques utilisés dans les analyses de risques sont ceux prescrits par le Ministère du développement durable, environnement et lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Le seuil de 1,6 kW/m² correspond au seuil qui ne causera pas d'inconfort même pour une longue période. L'analyse de risques maritime réalisée par Lloyds ne tient pas compte de ce critère, l'objectif des études étant d'évaluer les éléments de dangers, les risques pour la population et de définir les mesures d'urgence approprié.

Pour tous les scénarios évalués, les distances d'impacts correspondant au seuil de 1,6 kW/m² n'atteignent pas la municipalité de Champlain sur la rive nord.



Lloyd's Register
Consulting

Working together
for a safer world

AQR TERMPOL préliminaire pour le projet SLNGaz à Bécancour

Rapport pour: Stolt LNGaz



Rapport no : 300451-R1 rév : Préliminaire

Date : 26 March 2015

Résumé

AQR TERMPOL Préliminaire de Bécancour

Classification de sécurité de ce rapport: à distribuer seulement après l'accord du client

Rapport no :
300451-R1

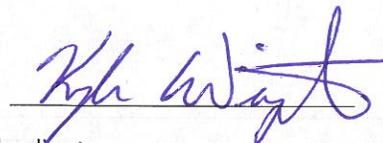
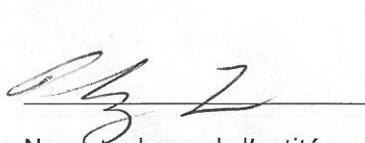
Révision :
Préliminaire

Date du rapport :
Avril 2015

Préparé par :
Rhey Lee
Consultant senior

Révisé par :
Thérèse L. Baas
Directrice, pétrole&gaz

Approuvé par :
Kyle Wingate
Directeur gérant



Nom et adresse de l'entité :

Lloyd's Register Consulting Energy Inc.
1330 Enclave Parkway, Suite 200
HOUSTON
TX 77077
USA

Nom et adresse du client:

SLNGaz
SLNGaz
550 Sherbrooke Ouest, bureau 510, Tour Est
Montréal (Québec) H3A 1B9
Canada

Notre contact:

Therese Baas
T: +1 832-276-8441
C: therese.baas@lr.org

Contact client :

Luc Rousseau
T: +1 514-840-9739
C: rousseau@slingaz.com

Lloyd's Register Group Limited, ses filiales et groupes affiliés et leurs membres, employés ou agents respectifs, sont, individuellement et collectivement, nommés dans cette clause comme «Lloyd's Register ». Lloyd's Register n'assume aucune responsabilité et ne sera pas tenu responsable pour toute perte ou dommage pouvant résulter de l'utilisation de cette information ou d'avis dans ce document ou quelle qu'en soit la cause, à moins que cette personne ait signé un contrat avec Lloyd's Register pour la transmission de cette information ou avis et, dans ce cas là, toute responsabilité est exclusivement sous les termes et conditions précisées dans ledit contrat.

©Lloyd's Register 2015.

Historique de document

Révision	Date	Description/changements	Changé par

Sommaire exécutif

Stolt LNGaz Inc. (SLNGaz) prévoit construire et opérer une usine de liquéfaction de gaz naturel dans le parc industriel et portuaire de Bécancour (PIPB). Le gaz naturel liquéfié (GNL) sera expédié par des navires-méthaniers de l'usine de liquéfaction à Bécancour vers les marchés de la Côte-Nord (Sept-Îles), du Labrador et pour l'exportation outre-mer.

SLNGaz est engagé actuellement dans le processus d'examen TERMPOL TP 743E. TERMPOL est un processus volontaire présidé par Transport Canada pour les terminaux portuaires et les sites de transbordement. Dans le cadre de ce processus, le promoteur du projet (SLNGaz), au moyen de plusieurs études et enquêtes, doit démontrer qu'il a :

- Identifié les dangers majeurs dans le cadre des opérations maritimes proposées
- Évalué les risques liés à ces dangers ; et
- Identifié et évalué les mesures pour réduire ces risques jusqu'à un niveau acceptable, en utilisant la meilleure technologie disponible.

Ce rapport présente une analyse quantitative des risques (AQR) TERMPOL préliminaire pour les installations et les opérations maritimes de SLNGaz situées à Bécancour.

L'objectif principal de cette AQR TERMPOL préliminaire est de répondre aux enjeux globaux de sécurité et de se concentrer sur les pires scénarios crédibles afin d'identifier les conséquences potentielles maximales ainsi que les risques pour la population et les autres usagers du PIPB.

L'AQR TERMPOL préliminaire est basé entre autres sur la séance d'identification des dangers (HAZID) tenue le 16 et 17 février 2015.

L'AQR TERMPOL préliminaire démontre que tous les critères d'acceptabilité des risques à la population et aux autres usagers du PIPB sont rencontrés pour les scénarios liés aux installations et opérations maritimes de SLNGaz à Bécancour.

Glossaire/abréviations

AQR	analyse quantitative des risques
°C	degrés Celsius
CCAİM	conseil canadien des accidents industriels majeurs
CSA	Canadian Standard Association
EIE	Évaluation d'impact environnemental
GNL	gaz naturel liquéfié
h	heure
HAZID	identification des dangers
IGC	International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
km	kilomètres
kW	kilowatt
LII	limite inférieure d'inflammabilité
m	mètres
mm	millimètres
MARPOL	Marine Pollution
n/a	non applicable
OGP	Oil and Gas Producers
OMI	Organisation maritime internationale
PIPB	Parc industriel et portuaire de Bécancour
RI	risque individuel
RISE	risque individuel spécifique à l'emplacement
s	seconds
SOLAS	Safety of Life at Sea
TERMPOL	Technical Review Process of Marine Terminal Systems and Transshipment Sites

Table des matières

Page

1	Introduction.....	1
1.1	Objectif	1
1.2	Conditions et limitations.....	1
2	Méthodologie.....	2
2.1	Définition du système.....	3
2.2	Identification des dangers.....	3
2.3	Analyse des fréquences	3
2.4	Analyse des conséquences.....	3
2.5	Définition du risque	4
2.6	Critères d'acceptation du risque	4
2.7	Évaluation du risque	5
2.8	Mesures de réduction du risque.....	5
3	Description du système.....	6
3.1	Station de chargement au port de Bécancour	6
3.2	Population et industries des sites avoisinants	6
3.3	Navires-méthaniers.....	7
4	Description des scénarios.....	9
5	Hypothèses et intrants	11
6	Analyse des fréquences.....	13
6.1	Fréquences des fuites	13
6.2	Analyse d'arbre d'événements.....	14
7	Analyse des conséquences.....	15
7.1	Description des scénarios.....	15
7.2	Simulation des conséquences	15
8	Niveau d'acceptabilité du risque	19
9	Références.....	21

Annexe A – Conditions de procédé

Annexe B – Arbre d'événement

1 Introduction

Stolt LNGaz inc. (SLNGaz) prévoit construire et opérer une usine de liquéfaction de gaz naturel dans le parc industriel et portuaire de Bécancour (PIPB). Le GNL sera expédié par des navires-méthaniers de l'usine GNL à Bécancour vers les marchés de la Côte-Nord (Sept-Îles), du Labrador et pour l'exportation outre-mer.

SLNGaz est engagé actuellement dans le processus d'examen TERMPOL TP 743E, réf. /1/. TERMPOL est un processus volontaire présidé par Transport Canada et destiné aux opérateurs de terminaux portuaires et de sites de transbordement. Dans le cadre de ce processus, le promoteur du projet (SLNGaz), au moyen de plusieurs études et enquêtes, doit démontrer qu'il a :

- Identifié les dangers majeurs dans le cadre des opérations maritimes proposées ;
- Évalué les risques liés à ces dangers ; et
- Identifié et évalué les mesures pour réduire ces risques jusqu'à un niveau acceptable en utilisant la meilleure technologie disponible.

Ce rapport présente une analyse quantitative des risques (AQR) TERMPOL préliminaire, basée sur les pires scénarios crédibles, pour les futures installations et opérations maritimes de SLNGaz à Bécancour.

1.1 Objectif

L'objectif principal de cette AQR TERMPOL préliminaire est de répondre aux enjeux globaux de sécurité et de se concentrer sur les pires scénarios crédibles afin d'identifier les conséquences potentielles maximales ainsi que les risques pour la population et les autres usagers du PIPB.

1.2 Conditions et limitations

L'AQR TERMPOL vise à établir l'acceptabilité des risques liés aux composantes maritimes du projet SLNGaz et à identifier les mesures de mitigation requises, et ce sur la base des informations préliminaires actuellement disponibles.

NOTE : La partie terrestre du projet SLNGaz, incluant l'usine de liquéfaction de gaz naturel et le pipeline vers la jetée du port, est couverte par l'évaluation des risques fournie dans l'étude d'impact environnemental (EIE), réf./9/

2 Méthodologie

Cette AQR TERMPOL préliminaire a été réalisée selon une méthodologie typique pour les AQR. Celle-ci est illustrée à la Figure 2.1.

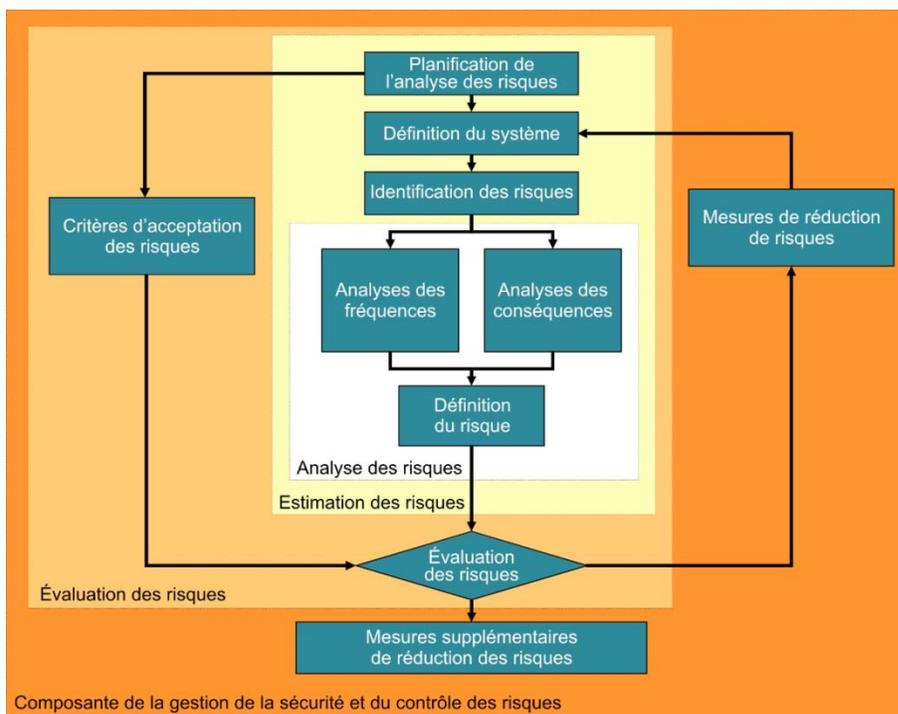


Figure 2.1 – Méthodologie d’analyse des risques, réf. /2/

L’AQR TERMPOL préliminaire est basée sur les pires accidents crédibles, soit les scénarios décrits à l’annexe A. Pour chaque scénario, les éléments suivants ont été décrits :

- Description du scénario;
- Analyse de la fréquence;
- Évaluation de la conséquence;
- Évaluation du risque pour le public/les autres industries si applicable.
- Recommandations pour réduire le risque de chaque scénario si applicable.

L’étude de l’ARQ TERMPOL préliminaire a utilisé les règlements et standards reconnus comme lignes directrices, soit :

- Code CSA Z276, Gaz Naturel Liquéfié (GNL) : production, stockage et manutention, réf. /3/
- NFPA 59A, Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG), 2013, réf. /4/
- The BC Oil and Gas Commission, Liquefied Natural Gas Facility Permit Application and Operations Manual, juillet 2014, réf. /5/
- Société canadienne de génie chimique (SCGCh), Risk Assessment-Recommended Practices for Municipalities and Industry, réf. /6/

- OGP, Répertoire des données d'évaluation des risques, réf. /7/

Une brève introduction à différents aspects de la méthodologie est présentée dans les sections suivantes.

2.1 Définition du système

Le système à analyser doit être défini, incluant les limites géographiques, opérationnelles et logiques, ainsi que les périodes pertinentes. La description du système est fournie au chapitre 3.

2.2 Identification des dangers

L'AQR TERMPOL préliminaire se base sur les scénarios crédibles identifiés lors de la séance d'identification des dangers (HAZID), tenue les 16 et 17 février 2015 avec des experts maritimes externes. Cette séance a permis d'identifier les dangers liés aux opérations portuaires et au transport maritime du projet SLNGaz, en plus d'évaluer comment ces dangers pourraient affecter la population ou les autres usagers du PIPB.

Dans l'industrie du risque, les séances HAZID sont largement utilisées pour incorporer la connaissance locale et les enjeux majeurs dans l'évaluation des risques et la planification d'urgence. Les résultats de l'HAZID sont utilisés comme point de départ pour prévenir et réduire les risques dans la conception et la planification du projet.

Parmi les participants, on compte du personnel expérimenté de SLNGaz, Stolt Tankers, les pilotes de la région St-Laurent Central, Transport Canada et Lloyd's Register.

Les scénarios pertinents de l'HAZID sont présentés à la section 4.

2.3 Analyse des fréquences

Une analyse des fréquences a été réalisée pour le scénario si les conséquences peuvent affecter les zones industrielles et/ou les populations à proximité.

2.4 Analyse des conséquences

Pour chaque scénario identifié, une évaluation des conséquences a été réalisée, soit qualitativement ou quantitativement. Les conséquences ont été modélisées en se basant sur les informations de l'ingénierie préliminaire en utilisant des hypothèses conservatrices.

Le logiciel Process Hazards Analyses Software Tool (PHAST), version 7,1, a été utilisé pour évaluer quantitativement les conséquences, réf. /8/.

2.4.1 Les critères de radiation thermique

La radiation thermique d'un incendie impliquant le GNL pourrait affecter la population et les usagers du PIPB. Les critères d'effets sur la vie sont listés au tableau 2.1, tels que décrits dans l'EIE réf. /9/ (chapitre 8, les risques technologiques, tableaux 8.12 et 8.13). Les zones d'effets pour les radiations de 25, 13, 5 et 3 kW/m² sont évaluées dans cette étude.

Tableau 2.1: - Critères d'effets sur la vie causés par les radiations thermiques

Radiation thermique (kW/m ²)	Effets
feu 25 kW/m ²	Ce seuil correspond à une possibilité de décès après une courte exposition.
feu	Ce seuil pourrait entraîner un décès après une exposition de 30

Radiation thermique (kW/m ²)	Effets
13 kW/m ²	secondes.
feu 5,0 kW/m ²	Ce seuil correspond à des blessures possibles de brûlure du deuxième degré après une exposition de 40 secondes.
feu 3 kW/m ²	Ce seuil pourrait causer la douleur après une exposition de 30 secondes.

La chaleur de radiation de 13 kW/m² sera utilisée comme la limite d'un décès dans cette étude, c.-à-d. une chaleur de radiation supérieure à 13 kW/m² est mortelle pour les personnes présentes à l'intérieure d'une zone exposée.

Il convient de remarquer qu'une radiation thermique en-dessous de 2 kW/m² ne générerait aucun inconfort, même pour les longues expositions.

2.5 Définition du risque

Le risque est la combinaison des résultats de l'analyse des fréquences et l'analyse des conséquences pour tous les scénarios évalués. Le risque est mesuré par le risque individuel spécifique à l'emplacement (RISE). Une exposition continue au récepteur est supposée, donc un individu à un endroit spécifique est toujours présent (24 heures par jour, 7 jours par semaine, 52 semaines par année). Cette valeur n'inclut pas un facteur de présence qui peut être pris en compte pour considérer le temps qu'une personne passe à un endroit donné.

2.6 Critères d'acceptation du risque

La norme canadienne CSA Z276 ne définit pas explicitement les critères d'acceptabilité du risque pour les installations de GNL au Canada. Les autres normes ou recommandations de l'industrie sont donc généralement utilisées pour les installations de GNL au Canada, telles que NFPA 59A, réf./4/, BC Oil and Gas Commission - « LNG Facility Permit Application and Operations Manual », réf./5/ et le SCGCh, réf./6/. Il n'y a pas de différence significative entre les critères de risque proposés. Néanmoins, comme les critères de risque du SCGCh sont plus détaillés et sont largement utilisés au Québec, ils ont été sélectionnés pour cette AQR préliminaire.

Le conseil canadien des accidents industriels majeurs (CCAIM), qui fût un organisme multilatéral (gouvernement fédéral et provincial, municipalités, industries), a développé des lignes directrices pour l'occupation du sol à proximité d'une source de risque (CCAIM, 1995). Cette organisation a arrêté ses opérations en 1999. Toutefois, son travail relié à la gestion de sécurité industrielle a été adopté par la Société canadienne de génie chimique (SCGCh, 2012). En 2008, un amendement a été apporté aux critères afin d'inclure une catégorie additionnelle pour les populations les plus vulnérables.

Les critères recommandés pour l'occupation du territoire et ses usages sont les suivants (voir figure 2.2):

- Aucun autre utilisation du territoire n'est permise dans une zone à proximité d'une installation industrielle avec un risque supérieur à 100 par million (10⁻⁴ par année);
- Dans les zones avec un risque entre 10 et 100 par million (entre 10⁻⁵ et 10⁻⁴ par année), les utilisations du territoire concernant la présence d'un nombre limité de personnes et permettant l'évacuation rapide (installation de production industrielle, entrepôts, parcs) sont permises;

- Dans les zones avec un risque entre 1 et 10 million (10^{-6} et 10^{-5} par année), les utilisations de territoire concernant la présence continue d'un nombre limité d'occupants ainsi que les endroits où l'évacuation pourrait facilement être exécutée (zones résidentielles à base densité, bureaux et autres entreprises commerciales similaires) sont permises;
- Dans les zones avec un risque entre 0,3 et 1 par million (3×10^{-7} et 10^{-6} par année), les utilisations de territoire concernant la présence d'un grand nombre d'occupants (magasins, hôtels et résidences avec une haute densité d'occupation) sont permises;
- Dans les zones avec un risque inférieur à 0,3 par million (3×10^{-7} par année), les utilisations de territoire concernant la présence permanente d'un grand nombre d'occupants qui sont plus difficilement évacués (hôpitaux, installation de soins d'enfant, des développement de résidences d'aînés) sont permises.

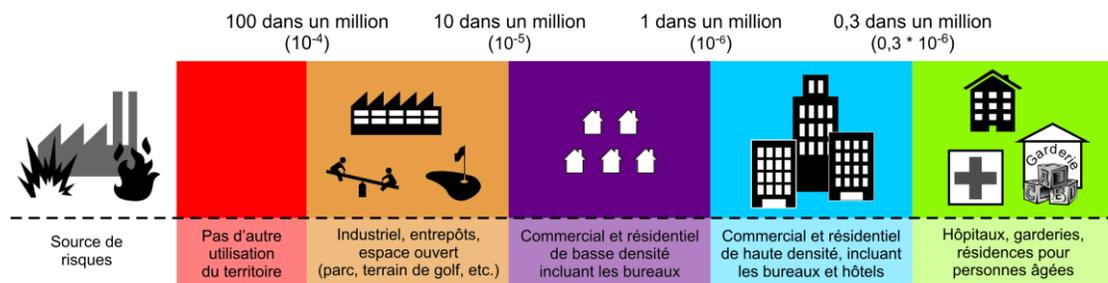


Figure 2.2 – Critères d'acceptabilité du risque (Société canadienne de génie chimique) réf./6/.

En se basant sur la description précédente des risques, les zones industrielles à proximité de la jetée SLNGaz au port de Bécancour devrait rencontrer le critère d'un risque entre 10 et 100 million (entre 10^{-4} et 10^{-5} par année). Tous les lieux habités à proximité de la jetée SLNGaz devrait rencontrer le critère d'un risque entre 1 et 10 million (10^{-5} et 10^{-6} par année).

2.7 Évaluation du risque

Le risque obtenu a été comparé aux critères d'acceptabilité définis à la section 2.6.

2.8 Mesures de réduction du risque

Les mesures de réduction du risque sont présentées comme des recommandations de mitigation lorsqu'il existe un risque trop élevé. Si le risque n'est pas important, des mesures de mitigation peuvent tout de même être suggérées pour améliorer la conception.

3 Description du système

3.1 Station de chargement au port de Bécancour

Le navire-méthanier de SLNGaz sera chargé à la Jetée B-1 au Port de Bécancour. L'aménagement de la jetée B-1 consiste en deux bras fixes de transfert de 12", un bras de chargement de liquide, et un bras de déchargement pour le retour de la vapeur. Les équipements connexes sont des vannes d'arrêt d'urgence, des vannes de contrôle, des vannes de surpression, des séparateurs liquide-vapeur, de même que la tuyauterie, des unités hydrauliques et un puits de rétention, réf. Figure 3.1.

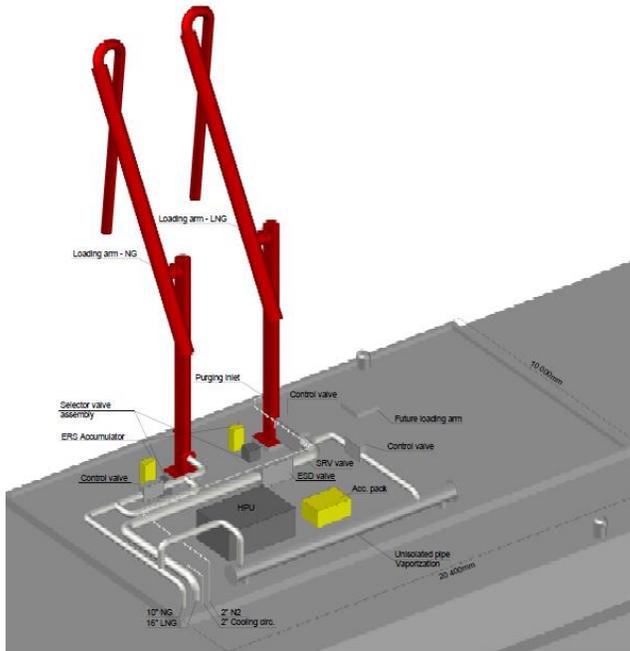


Figure 3.1: Installation des bras de chargement à Bécancour (installation provisoire)

Il est estimé que les opérations de chargement de GNL auront lieu une fois par semaine pendant une période de 20 heures par chargement. Les opérations suivantes seront interdites lorsque les opérations de transfert seront en cours :

- Circulation de véhicule sur le quai jusqu'à une distance de 30 mètres des installations de chargement ;
- Transfert/chargement de bateau-citerne à une des autres jetées.

La station de chargement de SLNGaz à la jetée B-1 du port sera entourée par une clôture pour prévenir la circulation indésirable.

3.2 Population et industries des sites avoisinants

La population et les industries des sites avoisinants sont décrites en détail dans l'EIE, réf./9/, au tableau 8.1 du chapitre 8. Ci-dessous se trouve un extrait des informations les plus importantes et pertinentes pour l'ARQ TERMPOLE préliminaire.

La population de Bécancour est concentrée à environ 7,5 km au sud-ouest de la jetée B-1 et la population de Champlain est située à 4,8 km au nord-est. Ce sont les secteurs résidentiels, avec une population importante, les plus proches des installations de SLNGaz. D'autres lieux occupés ou

publics à proximité de la jetée B-1 consistent en une résidence à 1,19 km au nord et une piste cyclable à 1,73 km au nord. L'entreprise la plus proche est Servitank inc., à 889 m au sud-ouest.

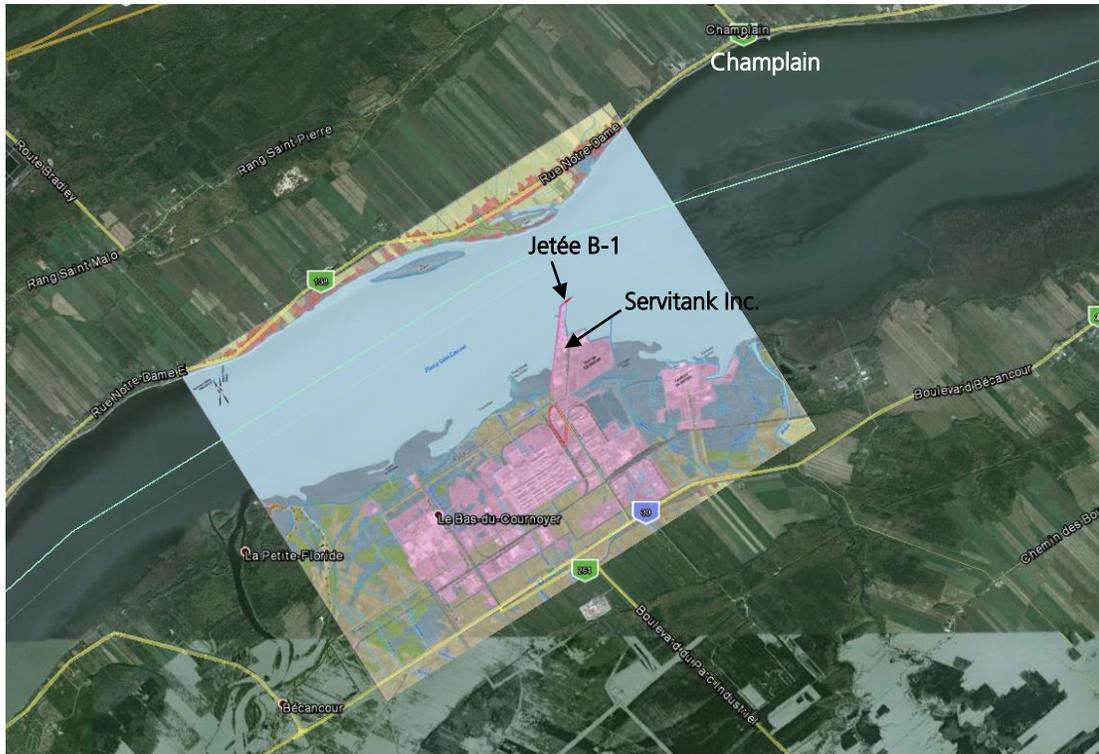


Figure 3.2: Vue d'ensemble des populations à proximité

3.3 Navires-méthaniers

Le GNL sera expédié à partir de Bécancour avec un maximum de 52 bateaux par année. Ceci est considéré comme une augmentation négligeable du trafic commercial existant sur le fleuve Saint-Laurent. Des pilotes locaux seront appelés à assister le déplacement sécuritaire des navires-méthaniers à l'arrivée et au départ ainsi que sur tout le tronçon fluvial jusqu'aux Escoumins.

SLNGaz utilisera des petits navires-méthaniers à membrane pour transporter le GNL. Il est probable que deux navires-méthanier de grandeur différente soient retenus pour le projet, soit un de 15 000 à 20 000 m³ pour le marché local (province de Québec) et un autre de 30 000 à 40 000 m³ pour le marché d'exportation. Pour les fins de cette étude, la capacité maximale a été retenue, soit un navire-méthanier avec une capacité maximale de 40 000 m³, autopropulsé avec 3 compartiments. Les particularités typiques sont :

- Longueur O.A : 215 m
- Largeur : 30 m
- Profondeur : 24 m
- Tirant maximum : 9 m

Les dimensions du navire ne poseront pas de problème pour l'accostage, le transfert ou le transit, car des navires beaucoup plus grands et avec tirant d'eau supérieur sont actuellement en circulation sur la voie maritime du St-Laurent ou sont en usage au port de Bécancour.



Figure 3.3 : Exemple d'un navire-méthanier membrane de GNL, réf./10/

Le système de confinement à membrane du navire-méthanier consiste en plusieurs barrières et caractéristiques de sécurité pour assurer un chargement et un transport sécuritaire. Les réservoirs à membrane consistent en deux couches de membrane, isolées et soutenues par la coque adjacente. Ainsi, si une fuite survient dans la première barrière, la cargaison sera contenue par la deuxième barrière. L'expansion et la contraction thermiques prévues n'auront pas d'effet sur l'intégrité de la membrane.

Les barrières de sécurité des navires-méthaniers sont décrites davantage au Tableau 3.1.

Tableau 3.1 – Les précautions et barrières des navires-méthanier, réf. /11/

Prévention pour le GNL	Description
Confinement primaire (barrière primaire)	<ul style="list-style-type: none"> Fournit l'entreposage et l'isolement sécuritaire du GNL. En raison des températures cryogéniques (environ -162 C), la sélection des matériaux doit prévenir la fragilisation et la fissuration. La membrane primaire est en contact avec le GNL.
L'isolement primaire	<ul style="list-style-type: none"> Une couche d'isolant primaire d'une épaisseur d'environ 300 mm.
Confinement secondaire (barrière secondaire)	<ul style="list-style-type: none"> La barrière secondaire fournit une protection additionnelle et doit être capable de contenir toute fuite de GNL en cas de défaillance du confinement primaire.
Isolement secondaire	<ul style="list-style-type: none"> Une couche d'isolant secondaire d'une épaisseur d'environ 230 mm.

Prévention pour le GNL	Description
Compartiments à double paroi et la ségrégation des compartiments	<ul style="list-style-type: none"> • Les compartiments sont à double paroi avec de l'isolant entre les parois, tel que décrit au-dessus. • Une distance minimale entre la cargaison des compartiments et la coque du navire est prévue pour protéger la cargaison en cas de contact, de collision ou d'échouement. • Il y a une ségrégation des compartiments entre eux et une ségrégation des compartiments et de la tuyauterie de vapeur des autres aires telles la machinerie, l'hébergement, etc.
Construction à double-coque	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les navires-méthaniers, la construction à double-coque est une conception qui fournit une protection supplémentaire en cas de collision ou d'échouement.
Systèmes de prévention	<ul style="list-style-type: none"> • Des systèmes de surveillance qui détectent les déversements de GNL, les incendies, la fumée, la température, le niveau et la pression de vapeur. Les systèmes de surveillance peuvent déclencher différents systèmes d'arrêt d'urgence ou des systèmes automatisés de protection contre les incendies, qui assurent que les conséquences soient minimisées. • Des systèmes de radar et de positionnement sophistiqués, des systèmes de détresse maritime, etc. • L'exigence d'un pilote local à bord augmente aussi la sécurité.
Règles et règlements	<ul style="list-style-type: none"> • Il existe un nombre de règlements internationaux, destinés aux navires engagés dans le commerce international, qui s'applique également aux navires-méthaniers. De plus, il existe les règlements en vigueur dans le pays d'enregistrement du navire. La règle la plus importante est le Safety of Life at Sea (SOLAS). Il existe un code spécial dans SOLAS, le code IGC, qui s'applique aux navires-méthaniers. Les règlements OMI et MARPOL sont aussi importants à mentionner. • Le code IGC établit un ensemble d'obligations qui concernent la sécurité liée à la conception, à la construction, aux équipements et à l'opération des navires impliqués dans le transport du gaz liquéfié en vrac.

4 Description des scénarios

Dans l'AQR TERMPOL préliminaire, les pires scénarios crédibles qui peuvent potentiellement affecter la population ou les autres industries ont été évalués en se basant sur l'HAZID, réf. /12/. Deux scénarios d'accidents crédibles à la jetée B-1 du port de Bécancour ont été identifiés. Tous les autres scénarios ont été considérés comme ayant un risque faible puisque des mesures de mitigation et de prévention suffisantes sont en place. Les résultats pertinents de l'HAZID sont résumés au Tableau 4.1. Pour l'analyse complète et détaillée, voir le rapport d'HAZID, réf. /12/.

Tableau 4.1 – Résultats partiels de l’HAZID

ID	Nœud	Mode d’opération	Mot guidant	Danger	Cause	Conséquence
I.2	Bécancour	Approche du navire	Accostage et amarrage	Collision avec jetée	Interaction avec navire passant (déplacement d’eau subséquent à un effet sur le mouvement des autres navires), faute humaine, panne mécanique ou d’électricité entraînant la déviation du navire.	Perte possible de confinement NOTE : Comme il n’y a pas de GNL dans le navire en approche, ce scénario n’entraînera pas de perte de confinement. Néanmoins, d’autres navires approchant une autre jetée au port de Bécancour pourraient pour les mêmes raisons entrer en collision avec le navire de SLNGaz en cours de chargement.
I.6	Bécancour	Transfert de GNL	Connexion et essais	Risque lié à l’intégrité des connexions	Navires passant créent des mouvements, défaillance mécanique entraînant la déconnection	Déversement de GNL ou relâchement sur la jetée ou le pont (puis sur l’eau)

Sur la base des résultats de l’HAZID, les pires scénarios ont été définis comme suit:

Tableau 4.2 – Pires scénarios crédibles de l’AQR TERMPOL préliminaire

#	Description	Référence
Secteur de la jetée B-1 du port de Bécancour		
1	Déversement de GNL dans l’eau découlant d’un bris du bras de chargement de 12" (rupture et fuite avec un diamètre équivalent de 60 mm) lors du chargement de GNL. La vanne d’arrêt d’urgence installée sur le bras de chargement limite la quantité déversée.	réf. HAZID ID I.6 au Tableau 4.1
2	Bris du bras de la ligne de retour de vapeur de 12" (rupture) lors du chargement de GNL. La vanne d’arrêt d’urgence installée sur le bras limite la quantité déversée.	réf. HAZID ID I.6 au Tableau 4.1
3	Déversement de GNL dans l’eau à partir d’un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètres de fuite de 750 mm et de 250 mm, réf. /13/),	réf. HAZID ID I.2 au Tableau 4.1

#	Description	Référence
	dû par exemple à une collision de navire-méthanier avec la jetée lors de l'accostage ou une collision avec un autre navire lors du chargement.	

À Bécancour, le danger lié au transfert de GNL a été divisé en deux scénarios crédibles liés respectivement au bras de chargement de GNL et au bras de déchargement de la ligne de retour de vapeur. Le danger concernant l'approche du navire a été originalement défini comme une collision du navire-méthanier avec la jetée B-1, entraînant une perte de confinement. Néanmoins, comme le navire est vide lors de l'accostage, ce scénario n'est pas pertinent. Donc, le scénario le plus crédible est lié à un autre navire approchant d'une autre jetée au port de Bécancour et provoquant une collision avec le navire-méthanier en cours de chargement.

Il convient de noter que les dangers liés aux navires en transit qui passent en face du port de Bécancour ont été discutés dans l'HAZID, mais n'ont pas été reconnus comme importants lorsque le navire-méthanier est à quai. En moyenne, environ 24 bateaux en transit vont passer chaque jour à une vitesse de 10-12 nœuds et demeureront en face du port pendant une courte période. Qu'un problème, telle une panne de moteur ou une erreur humaine, survienne pendant cette courte durée est très peu probable et n'est donc pas jugé crédible.

5 Hypothèses et intrants

Cette section résume les hypothèses principales et les intrants qui ont été utilisés dans l'AQR TERMPOL préliminaire.

1. L'HAZID a été utilisé pour prioriser les pires scénarios crédibles au Port de Bécancour.
2. Le temps de réponse du système d'arrêt d'urgence, du début du déversement jusqu'à l'arrêt, est estimé à 1 minute (60 sec).
3. Il y a 52 chargements de navires-méthaniers par année. Le temps de chargement du navire est de 20 heures avec un taux de chargement de 2 000 m³/h. Le volume est estimé à 40 000 m³ par chargement. La température est de -162°C et la pression en cour de chargement est d'environ 5 bara.
4. Le débit de la ligne de retour de vapeur est similaire au taux de chargement de GNL de 2 000 m³/h avec une pression de 1,1 bara et une température de -160 C. Il est également présumé que le retour de vapeur aura une vanne d'arrêt d'urgence à la jetée.
5. Le pipeline de GNL est rempli et le GNL circule en continu entre le réservoir de stockage et le bras de chargement pour garder le système de chargement froid et libre de vapeur en tout temps.
6. Deux bras fixes de transfert de 12" seront utilisés, un pour le GNL et l'autre pour le retour de la vapeur.
7. Comme scénario de pire cas pour une collision de navire en cours de chargement, des fuites d'un diamètre de 750 mm et 250 mm ont été modélisées à partir d'un des trois compartiments du navire-méthanier (13 334 m³ chacun), sur la base d'un rapport des conséquences des incidents maritimes de GNL, réf./13/.
8. La rugosité est de 0,0002 m pour la surface de l'eau.

9. Les fréquences de défaillances d'un bras de transfert sont basées sur les données génériques du code NFPA 59A, réf. /4/.
10. L'analyse d'arbre d'événement sera utilisée pour calculer la fréquence des scénarios qui pourraient entraîner un décès parmi la population.
11. Les conditions météorologiques suivantes ont été utilisées pour la modélisation du risque et des conséquences :
 - a. Radiation solaire : 0,5 kW/m²
 - b. Pour un déversement dans l'eau, la température de l'eau est supposée être en moyenne de 9°C, réf./14, Tableau 4.8/. Cette référence indique que la température d'eau est mesurée à une moyenne de 18°C entre mai et octobre (6 mois). Le reste de l'année, l'eau est très froide et la température est environ de 2-4°C.
 - c. Les conditions atmosphériques 1,5F et 4,5D ont été utilisées en utilisant les probabilités de 35% et 65% respectivement, réf. /14/. La température annuelle moyenne est de 4,7°C avec une humidité relative de 69,8%. La Rose des Vents est illustrée à la figure 5.1.

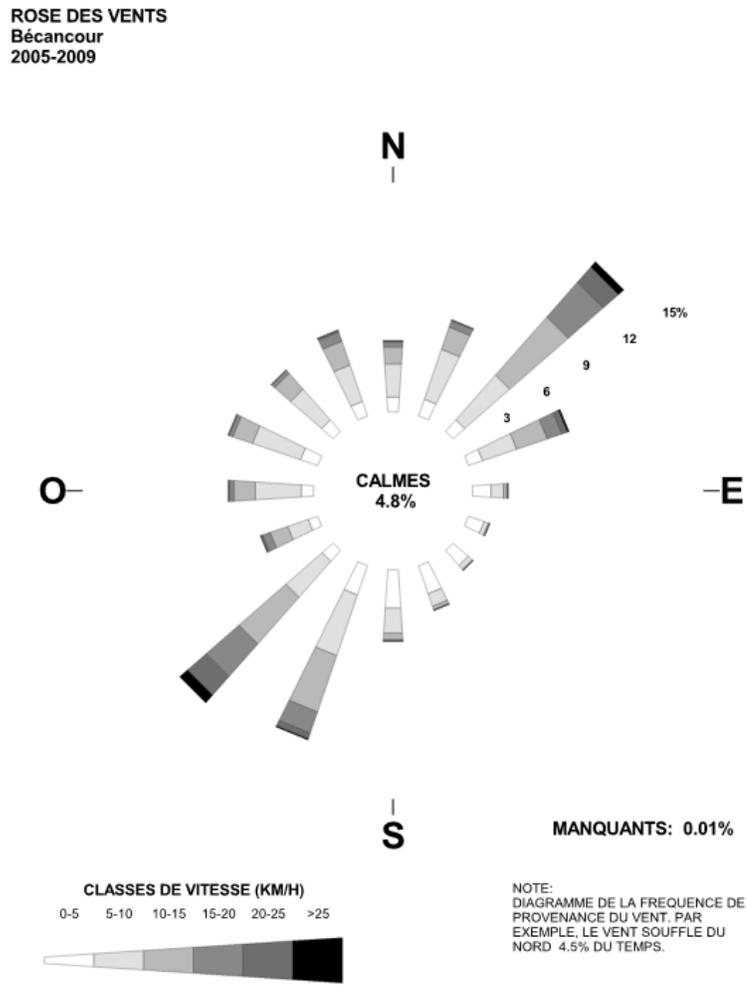


Figure 5.1 : Rose des vents à Bécancour, réf./14/

6 Analyse des fréquences

L'analyse des fréquences a été réalisée pour les scénarios identifiés et listés au Tableau 4.2. L'analyse inclut l'estimation des fréquences pour les fuites et les différents événements possibles.

6.1 Fréquences des fuites

Les fréquences des bris des bras de transfert sont estimées en se basant sur les données du code NFPA 59A, réf./4/. La probabilité de collision d'un navire est basée sur la figure IV-5, réf. /15/. Les résultats sont listés au Tableau 6.1.

Tableau 6.1: Les fréquences utilisées dans l'AQR TERMPOL

#	Scénario	Fréquences de fuite (/année)	
		Fuite moyenne (1-60 mm)	Grande fuite (>60 mm ou rupture)
1	Déversement de GNL dans l'eau découlant d'un bris du bras de chargement de 12" (rupture et fuite avec un diamètre équivalent de 60 mm) lors du chargement de GNL. La vanne d'arrêt d'urgence installée sur le bras de chargement limite la quantité déversée.	3,12E-04	3,12E-05
2	Bris du bras de la ligne de retour de vapeur de 12" (rupture) lors du chargement de GNL. La vanne d'arrêt d'urgence installée sur le bras limite la quantité déversée.	N/A	3,12E-05
3a	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 750 mm, réf. /13/), dû par exemple à une collision de navire-méthanier avec la jetée lors de l'accostage ou une collision avec un autre navire lors du chargement.	N/A	8,05E-08
3b	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 250 mm, réf. /13/), dû par exemple à une collision de navire-méthanier avec la jetée lors de l'accostage ou une collision avec un autre navire lors du chargement.	N/A	2,42E-07

Pour le scénario 1, soit le déversement de GNL en cas de bris du bras de GNL de 12", la fréquence de fuite est calculée en se basant sur les données statistiques d'un bris de bras de transfert et la procédure de chargement prévue. Il est assumé que le navire sera chargé pendant 20 heures à 2 000 m³/h environ 52 fois par année, réf. /12/. La fréquence de bris pour le scénario 2 du bras de retour de vapeur sera la même que celle du bras de GNL.

Pour scénario 3, la probabilité de collision pour chaque transit est estimée à 7,70E-05, réf./15/. La fraction du temps qu'un navire entrant dans le port de Bécancour passe près de la jetée B-1 (venant de la voie navigable jusqu'au port) est estimée à 0,03523 annuellement en se basant sur la référence

« Utilisation des installations portuaires de Bécancour, » réf./16/. Le facteur de présence du navire-méthanier en cours de chargement à la jetée du port de Bécancour est approximativement 0,1187 (du temps), sur la base de 20 heures par chargement et 52 chargements par année, réf. /12/. La probabilité annuelle de la collision d'un navire avec un navire-méthanier en chargement est donc de 3 22E-07. Pour être conservateur, il est assumé que toutes les collisions entraîneront une perte de confinement, ce qui est peu probable. Il est également assumé que ce sera un déversement avec un diamètre de 250 mm dans 75% des cas et un déversement avec un diamètre de 750 mm dans 25% des cas. Le déversement de 750 mm est le scénario le moins probable des deux selon Pitblado, réf./13/.

6.2 Analyse d'arbre d'événements

Quand un gaz ou un liquide inflammable est libéré à l'environnement, le gaz se disperse tandis que le liquide forme une nappe qui absorbe la chaleur de l'environnement et ensuite s'évapore. Si une source d'ignition est présente, la vapeur peut s'enflammer et provoquer un feu ou une explosion. Un scénario d'explosion n'est pas jugé pertinent car l'espace autour est ouvert et non-congestionné.

Le nuage de vapeur peut s'enflammer immédiatement ou s'enflammer ultérieurement par des sources d'ignition à proximité. La conséquence d'un nuage de vapeur enflammé est un feu torche, un feu de nappe ou un feu éclair. Un arbre d'événements typique est montré à la figure 6.1 et tous les arbres d'événements pour les scénarios pertinents sont joints à l'annexe B.

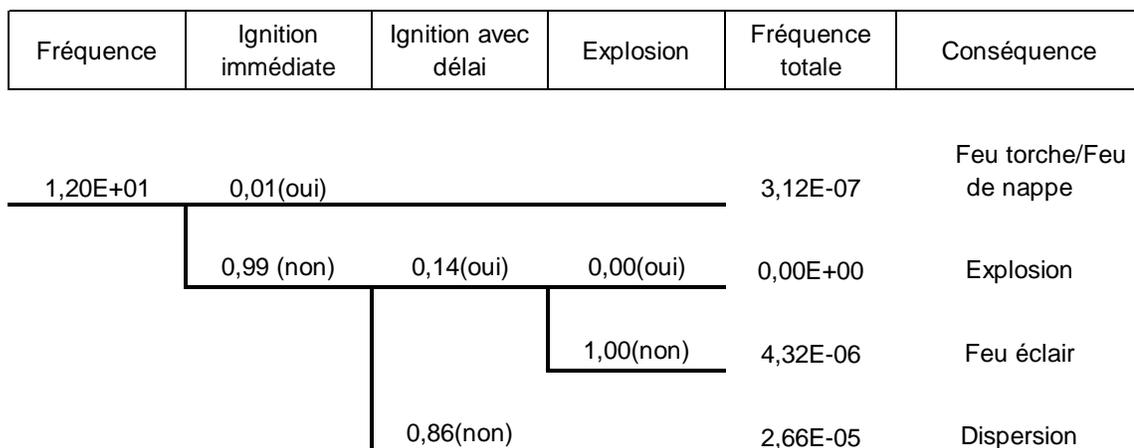


Figure 6.1 : Analyse d'arbre d'événements pour le scénario 1 de déversement de GNL lors d'un bris du bras de chargement à la jetée

Le cheminement dans l'arbre d'événements est basé sur le développement des conséquences, incluant l'ignition immédiate, l'ignition retardée et l'explosion. La probabilité de l'ignition immédiate se base sur les données de Lloyd's Register Consulting, réf. /17/. L'ignition retardée est le résultat de la migration d'un nuage de vapeur inflammable qui est enflammé par une source d'ignition éloignée du point de fuite. La probabilité de l'ignition retardée est calculée en se basant sur le modèle UKOOA, réf. /18/.

Le Tableau 6.2 résume la fréquence finale de chaque événement.

Tableau 6.2 : fréquences finales par année

Scénario #	Feu torche	Feu de nappe
1	1,56E-07	1,56E-07
2	3,12E-07	0,00E+00
3a	0,00E+00	8,05E-10
3b	0,00E+00	2,42E-09
Total	4,68E-07	1,59E-07

La fréquence des feux torche et de nappe pour les scénarios 1 et 2 sont de 5,02% et 1,67%, respectivement. Cette analyse des fréquences montre que le scénario impliquant une collision avec le navire-méthanier, entraînant une perte de confinement, est très faible avec une contribution de 0,51% (4,79E-8 année). Autrement dit, un feu résultant d'une collision avec le navire-méthanier pourrait arriver une fois chaque 20 900 000 ans, ce qui est très peu faible.

7 Analyse des conséquences

7.1 Description des scénarios

Du GNL pourrait être déversé accidentellement pendant les opérations de chargement à la jetée du port de Bécancour. Dans cette AQR TERMPOL préliminaire, seulement les scénarios de fuite majeures et critiques qui pourraient affecter le public ou les autres usagers du PIPB ont été considérés (pire cas), comme mentionné à la Section 4. Les scénarios de déversements majeurs (perte de confinement) à la jetée sont présentés au Tableau 4.2.

7.2 Simulation des conséquences

Le logiciel PHAST (Process Hazards Analysis Software Tool) version 7.1 a été utilisé pour réaliser toutes les simulations des conséquences, réf. /19/. Les critères d'effets utilisés dans l'analyse des conséquences ont été introduits à la section 2.4. Les hypothèses principales de modélisation sont énumérées à la section 5.

Les conditions opérationnelles utilisées dans les simulations sont détaillées à l'annexe A.

Les conséquences des événements ci-dessus sont présentées dans les sections suivantes.

7.2.1 Feu torche

Un feu torche pourrait résulter d'une fuite à partir d'un bras de transfert sur la jetée B-1. Les feux torche durent plus longtemps et les flux thermique sont plus prolongés que les feux éclairs. Les feux torche sont caractérisés par une flamme avec un jet élevé et très turbulent. La flamme est soulevée au-dessous de l'ouverture de sortie parce que la combustion peut se produire seulement lorsque la vitesse est assez basse pour permettre la combustion stable, et qu'une quantité suffisante d'air est entraînée dans la torche.

Les conséquences des feux torche sont évaluées avec les distances maximales correspondantes aux niveaux de radiations thermiques de 25 kW/m², 13kW/m², 5kW/m² et 3kW/m². Ces résultats sont résumés au Tableau 7.1 pour les conditions météorologiques 1,5F et 4,5D.

Tableau 7.1 : Résultats des feux torche

#	Description du scénario	Niveaux de radiation (kW/m ²)	Distance de feux torche (m)	
			1.5F	4.5D
1a	Déversement de GNL dans l'eau découlant d'une rupture du bras de chargement de 12" lors du chargement de GNL.	3	369	345
		5	323	296
		13	265	236
		25	236	208
1b	Déversement de GNL dans l'eau découlant d'un bris du bras de chargement de 12" (fuite avec un diamètre équivalent de 60 mm) lors du chargement de GNL.	3	173	153
		5	152	132
		13	126	105
		25	113	93
2	Bris du bras de la ligne de retour de vapeur de 12" (rupture) lors du chargement de GNL.	3	87	78
		5	77	67
		13	64	54
		25	58	47
3a	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 750 mm, réf. /13/).	3	n/a	n/a
		5	n/a	n/a
		13	n/a	n/a
		25	n/a	n/a
3b	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 250 mm, réf. /13/).	3	n/a	n/a
		5	n/a	n/a
		13	n/a	n/a
		25	n/a	n/a

Pour le scénario 3, la perte de confinement ne produirait pas de feu torche, car la pression n'est pas suffisante.

Tel que noté à la section 3.2, la zone industrielle ou habitée la plus proche est Servitank inc., localisée à environ 889 mètres de la jetée B-1 du port de Bécancour. Le tTableau 7.1 montre que le feu torche n'affecterait aucune zone industrielle ou habitée.

Le feu torche le plus important est celui du scénario 1a avec une distance de 369 mètres. La Figure 7.1 montre que les résultats du scénario 1a avec la condition météorologique 1.5F.

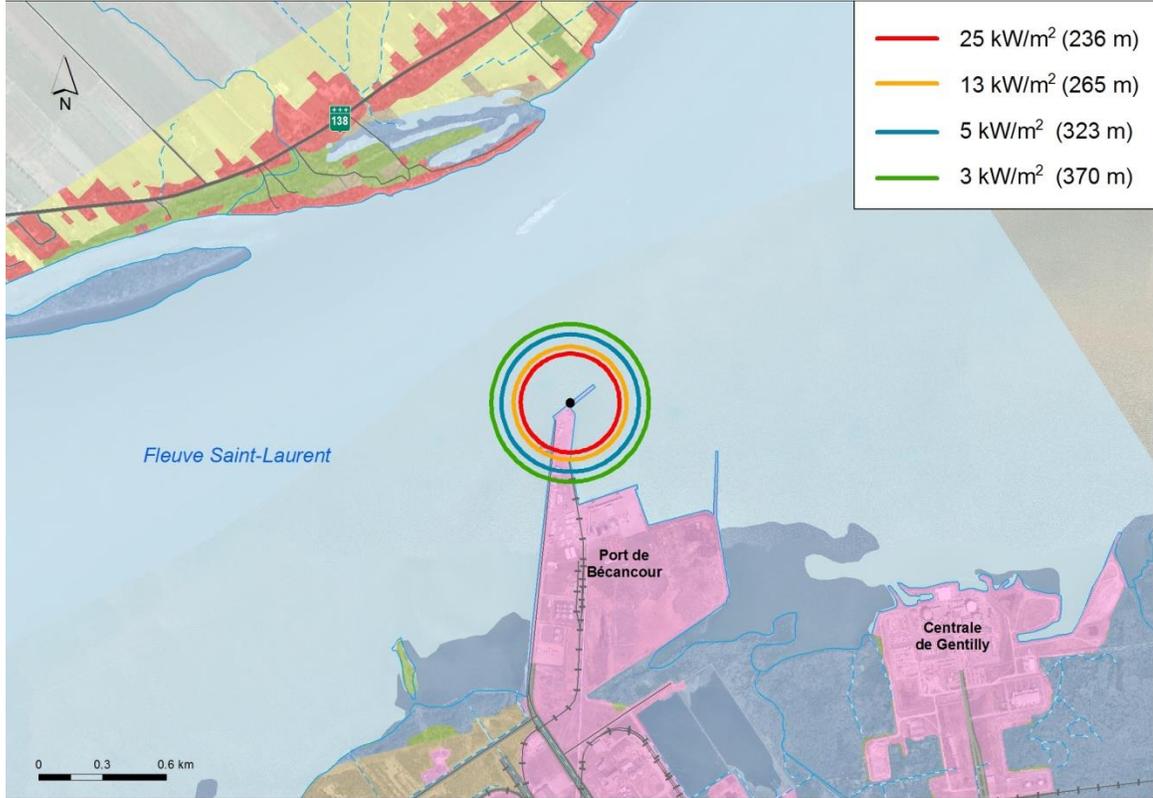


Figure 7.1: Distances d'effet d'un feu torche : Scénario 1a - bris de bras de chargement de 12" de GNL avec la condition météorologique 1.5F

7.2.2 Feu de nappe

Il a été supposé que l'ignition survient lorsque le GNL forme une nappe d'une étendue maximale. De plus, aucune rétention n'a été considérée et le GNL se répand complètement à la surface de l'eau.

Les conséquences des feux de nappe sont examinées avec les distances maximales correspondantes aux niveaux de radiations thermiques de 25 kW/m², 13kW/m², 5kW/m² et 3kW/m². Ces résultats sont montrés au Tableau 7.2 pour les conditions météorologiques 1,5F et 4,5D.

Tableau 7.2 : Résultats des feux de nappe

#	Description du scénario	Niveaux de radiation (kW/m ²)	Distance du feu de nappe (m)	
			1.5F	4.5D
1a	Déversement de GNL dans l'eau découlant d'une rupture du bras de chargement de 12" lors du chargement de GNL.	3	306	315
		5	240	253
		13	153	175
		25	107	135
1b	Déversement de GNL dans l'eau découlant d'un bris du bras de chargement de 12" (fuite avec un diamètre équivalent de 60 mm) lors du chargement de GNL.	3	n/a	n/a
		5	n/a	n/a
		13	n/a	n/a
		25	n/a	n/a

#	Description du scénario	Niveaux de radiation (kW/m ²)	Distance du feu de nappe (m)	
			1.5F	4.5D
2	Bris du bras de la ligne de retour de vapeur de 12" (rupture) lors du chargement de GNL.	3	n/a	n/a
		5	n/a	n/a
		13	n/a	n/a
		25	n/a	n/a
3a	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 750 mm, réf. /13/).	3	403	419
		5	309	330
		13	186	218
		25	121	160
3b	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 250 mm, réf. /13/).	3	159	166
		5	123	132
		13	74	88
		25	47	65

Pour les scénarios 1b et 2, la vaporisation rapide du GNL relâché ne peut pas créer une nappe de liquide.

La zone industrielle ou habitée la plus proche est Servitank inc., qui est à environ 889 mètres de la jetée B-1 du port de Bécancour. Le Tableau 7.2 montre qu'un feu de nappe n'affecterait aucune zone industrielle ou habitée.

Le plus important feu de nappe est celui du scénario 3a avec une distance de 419 m. La Figure 7.1 montre les résultats du scénario 3a avec la condition météorologique 4.5D.



Figure 7.2 : Distances d'effet d'un feu de nappe : Scénario 3a - déversement du GNL de 750 mm du réservoir de stockage du navire avec la condition météorologique 4.5D

8 Niveau d'acceptabilité du risque

Le risque est mesuré par le risque individuel spécifique à l'emplacement (RISE). Une exposition continue est supposée, donc un individu est présumé être toujours présent à un endroit spécifique (24 heures par jour, 7 jours par semaine, 52 semaines par année). Cette valeur n'inclut pas de facteur de présence réel pour prendre en compte le temps qu'une personne serait à un endroit donné.

Le risque est présenté par des isocontours, qui sont calculés en utilisant le logiciel interne de Lloyd's Register Consulting : ISO Risk, réf. /20/. Les données entrées dans le logiciel sont les distances (et les formes) des événements accidentels considérés et les fréquences correspondantes.

Les isocontours de risque pour les scénarios maritimes au port de Bécancour sont présentés à la Figure 8.1. Les courbes sur la figure sont:

- Courbe rose : 10^{-7} isocontour de risque
- Courbe jaune : 10^{-6} isocontour de risque



Figure 8.1 : Isocontours de risque pour la jetée de Bécancour.

Les contours $1E-7$ et $1E-6$ sont dominés par le bris de bras de chargement pendant le transfert de GNL dans le navire.

Le lieu habité le plus proche, le secteur résidentiel de la rive nord, est situé à 1,19 km au nord de la jetée du port de Bécancour, sur la rive opposée du fleuve Saint-Laurent. Celle-ci est à l'extérieur de l'isocontour de risque $1E-7$, qui est bien intérieur au critère d'acceptation de $1E-6$, réf. Section 2.6.

Pour les secteurs industriels, le critère applicable est un risque entre 10 et 100 par million (entre $1E-5$ et $1E-4$ par année). Le secteur industriel le plus proche, Servitank inc., est situé à 889 m au sud-ouest de la jetée B-1 du port de Bécancour. La Figure 8.1 montre que tous les secteurs industriels à proximité de la jetée sont à l'extérieur de l'isocontour $1E-7$, ce qui respecte le critère de risque.

9 Références

- /1/ Transport Canada: TERMPOL Review Process, TP743E(12/2014), 2014 Edition
- /2/ Lloyd's Register Consulting QRA guidelines and best practice, May, 2011
- /3/ CSA Z276-11 Standards, "Liquefied Natural Gas (LNG) - Production, Storage, and Handling", February 2014
- /4/ NFPA 59A, "Standard for the Production, Storage, and Handling of LNG", 2013 Edition.
- /5/ BC Oil and Gas Commission: "LNG Facility Permit Application and Operations Manual", Version 1.0, July 2014.
- /6/ Canadian Society for Chemical Engineering (CSCHE): "Risk Assessment-Recommended Practices for Municipalities and Industry", ISBN No. 0-920804-92-6, 2004.
- /7/ Oil and Gas Producers (OGP) Risk Assessment Data Directory, report No. 434-14.1, March 2010.
- /8/ http://www.dnv.com/services/software/products/phast_safeti/phast/index.asp
- /9/ SNC Lavalin: "Natural Gas Liquefaction Plant Project in Bécancour, Environmental Impact Assessment Study", File: 3211-10-018, Final Report, October 2014.
- /10/ Picture of LNG membrane tanker - <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/tanker-lng.htm>, 20.03.2015.
- /11/ IMO, Maritime Safety Committee: "Formal safety Assessment – LNG Carriers", Document No. MSC 83/INF.3, 3 July 2007.
- /12/ Lloyd's Register Consulting: "TERMPOL HAZID", TN-1, project no. 300436, March 2015.
- /13/ R.M. Pitblado: "Consequences of LNG Marine Incidents", from CCPS Conference July 2004.
- /14/ SLNGaz: "Project Technical Safety – Appendix, Weather Conditions", 2014-05-13.
- /15/ RGF Consultants, "Report of the Risk Analysis of the Arrival of Post-Panamax Ships in the Navigable Channel of the Saint Lawrence River, in the Section Between Quebec City and Montreal," July 23, 2010.
- /16/ Societe du parc Industriel et Portuaire de Becancour, Utilisation des installations portuaires de Bécancour 2007-2013 (1er janvier au 31 décembre) (January 1st to December 31).
- /17/ Lloyd's Register Consulting data dossier, Appendix F: Ignition probability calculation, 2011.
- /18/ Oil and Gas Producers (OGP) risk assessment Data directory- Ignition Probability, Report No. 434-6.1, March 2010.
- /19/ http://www.dnv.com/services/software/products/phast_safeti/phast/index.asp
- /20/ ISO Risk Version 1.0, developed by Scandpower Risk Management.

Annexe A

Conditions opérationnelles

Table des matières

Page

1	Conditions du procédé	1
---	-----------------------------	---

1 Conditions opérationnelles

Les conditions opérationnelles sont basées sur les informations d'ingénierie préliminaire qui sont actuellement disponibles, et sur l'expérience de projets similaires. Ces informations, qui servent d'intrants au logiciel PHAST 7.1 sont résumées au tableau suivant.

Tableau 1-1 – Conditions opérationnelle des scénarios

Scénario #	Équipement impliqué	Description du scénario	Matériel modélisé comme	Température (C)	Pression (barg)	Volume total (m3)	Densité (kg/m3)	Débit du procédé (kg/s)	Diamètre du déversement (mm)	Délai avant l'arrêt d'urgence (s)	Niveau du déversement (m) par rapport au niveau de la mer(m)	Localisation du déversement	Compresseur/Pompe	Taux du rejet (kg/s)	Vitesse de rejet (m/s)	Durée du rejet (s)
1a & b	Bras de chargement de GNL de 12"	Déversement de GNL dans l'eau (rupture et fuite avec un diamètre équivalent de 60 mm) lors du chargement de GNL.	GNL	162	4	33,7	450	250	305 et 60	60	4	Jetée B-1	oui	375	20,2	38
2	Bras de la ligne de retour de vapeur de 12"	Fuite de méthane (rupture du bras) lors du chargement de GNL.	Méthane	160	0,1	6818	2,2	250	305	60	4	Jetée B-1	oui	8,46	102,7	600
3a	Compartment de GNL du navire-méthanier	Déversement de GNL dans l'eau (fuite avec un diamètre de 750 mm).	GNL	162	0,01	13333	450	-	750	n/a	0	Jetée B1/Fluve	non	-	-	-
3b	Compartment de GNL du navire-méthanier	Déversement de GNL dans l'eau (fuite avec un diamètre de 250 mm).	GNL	162	0,01	13333	450	-	250	n/a	0	Jetée B1/Fluve	non	-	-	-

Annexe B

Analyse des arbres d'événements

Table des matières

Page

1	Introduction.....	1
2	Fréquences et probabilités	1
	2.1 Événements initiateurs –Fuites majeures/rupture.....	1
	2.2 Probabilité d’ignition	1
	2.3 Probabilité d’explosion	3
3	Arbre d’événements	4
4	Références.....	6

1 Introduction

L'analyse par arbre d'évènements permet de calculer les fréquences des évènements. L'arbre d'évènements illustre graphiquement les conséquences potentielles d'un accident qui résulte d'un évènement initiateur, tel que montré à la section 3.

L'évènement initiateur de l'arbre est celui de la fuite majeure. Par la suite, les différentes branches de l'arbre représentent la façon dont peuvent se développer les conséquences potentielles, soit par l'ignition immédiate, l'ignition retardée et l'explosion. La fin des branches représente les conséquences qui sont exprimées sous forme de feu torche, feu de nappe, feu éclair, explosion et dispersion du gaz non-enflammé.

2 Fréquences et probabilités

Les sections suivantes spécifient les fréquences des évènements initiateurs ainsi que les probabilités des évènements.

2.1 Événements initiateurs –Fuites majeures/rupture

Les événements initiateurs correspondent à des fuites majeures de différents diamètres suite à la défaillance/rupture d'un équipement. La fréquence pour chaque scénario a été estimée en se basant sur les données génériques du code NFPA 59A, réf. /4/, voir hypothèse à la Section 5 du rapport principal.

2.2 Probabilité d'ignition

La probabilité d'ignition se base sur les corrélations graphiques du modèle du UKOOA, fourni par le répertoire des données d'analyse de risque (réf. /1/), des Producteurs de pétrole et gaz (OGP), qui liste les probabilités d'allumage totales pour les 28 scénarios typiques, sur terre et en mer. Parmi ces scénarios, la probabilité d'ignition du scénario 24 peut être appliquée pour les fuites de gaz naturel et de GNL.

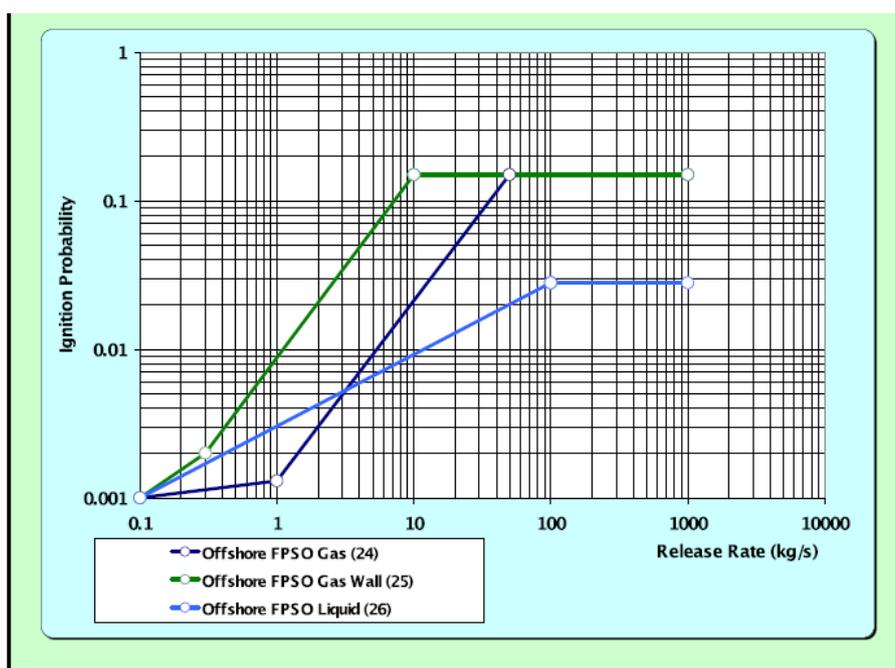


Figure 1 : Corrélations graphiques (Probabilité d'allumage vs. Taux de fuite) pour le scénario 24-26

La probabilité d'ignition immédiate

La probabilité d'ignition immédiate est basée sur les données de Lloyds Register Consulting, réf. /2/. Pour la plupart des scénarios de fuite majeure, les taux de fuite sont plus élevés que 10 kg/s. Ainsi, la probabilité d'ignition immédiate de 0,01 a été utilisée dans l'analyse de l'arbre d'événements.

Tableau 1 : Probabilité de l'ignition immédiate

Taux de fuite	Probabilité d'ignition immédiate
0,1kg/s -1 kg/s	0,0005
1 kg/s -10 kg/s	0,001
>10 kg/s	0,01

La probabilité d'ignition avec délai

L'ignition avec délai est le résultat de l'accumulation d'un nuage de vapeur inflammable qui s'enflamme en raison d'une source d'ignition éloignée du point de fuite. La probabilité d'ignition avec délai a été calculée en soustrayant la probabilité d'ignition immédiate de la probabilité d'ignition totale fournie par les corrélations graphiques d'UKOOA.

#	Scénarios	Taux de fuite (kg/s)	Probabilité d'ignition totale	Probabilité d'ignition immédiate	Probabilité d'ignition avec délai
1	Déversement de GNL dans l'eau découlant d'un bris du bras de chargement de 12" (rupture et fuite avec un diamètre équivalent de 60 mm) lors du chargement de GNL.	375/31,3	0,150	0,01	0,140
2	Bris du bras de la ligne de retour de vapeur de 12" (rupture) lors du chargement de GNL.	8,5	0,150	0,01	0,140
3a	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de fuite de 750 mm).	772	0,150	0,01	0,140
3b	Déversement de GNL dans l'eau à partir d'un compartiment de stockage du navire-méthanier (diamètre de la fuite de 250 mm).	85,8	0,150	0,01	0,140

2.3 Probabilité d'explosion

Puisque la jetée de Bécancour est localisée dans une zone ouverte et non confinée ou congestionnée, la probabilité d'une explosion est nulle.

3 Arbre d'événements

1 Bras de chargement de GNL de 12" - Rupture et fuite d'un diamètre de 60 mm

Fréquence	Ignition immédiate	Ignition avec délai	Explosion	Fréquence totale	Conséquence
1,20E+01	0,01(oui)			3,12E-07	Feu torche/Feu de nappe
	0,99 (non)	0,14(oui)	0,00(oui)	0,00E+00	Explosion
			1,00(non)	4,32E-06	Feu éclair
		0,86(non)		2,66E-05	Dispersion

2 Bras de transfert de la ligne de retour de vapeur de 12" du navire-méthanier à la jetée - Rupture

Fréquence	Ignition immédiate	Ignition avec délai	Explosion	Fréquence totale	Conséquence
3,12E-05	0,01(oui)			3,12E-07	Feu torche/Feu de nappe
	0,99 (non)	0,14 (oui)	0,00 (oui)	0,00E+00	Explosion
			1,00 (non)	4,32E-06	Feu éclair
		0,86 (non)		2,66E-05	Dispersion

3a Compartiment de stockage du navire-méthanier - Fuite d'un diamètre de 750 mm suite à une collision avec un autre navire en route lors du chargement

Fréquence	Ignition immédiate	Ignition avec délai	Explosion	Fréquence totale	Conséquence
8,05E-08	0,01(oui)			8,05E-10	Feu torche/Feu de nappe
	0,99(non)	0,14(oui)	0,00(oui)	0,00E+00	Explosion
			1,00 (non)	1,12E-08	Feu éclair
		0,86(non)		6,85E-08	Dispersion

3b Compartiment de stockage du navire-méthanier - Fuite d'un diamètre de 250 mm suite à une collision avec un autre navire en route lors du chargement.

Fréquence	Ignition immédiate	Ignition avec délai	Explosion	Fréquence totale	Conséquence
2,42E-07	0,01(oui)			2,42E-09	Feu torche/Feu de nappe
	0,99(non)	0,14(oui)	0,00(oui)	0,00E+00	Explosion
			1,00(non)	3,35E-08	Feu éclair
		0,86(non)		2,06E-07	Dispersion

4 Références

- /1/ Oil and Gas Producers (OGP) risk assessment Data directory- Ignition Probability, Report No. 434-6.1, March 2010.
- /2/ Lloyds Register Consulting data dossier, Appendix F: ignition probability calculation, 2011.