

PROJET N° : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

ANNEXES VOLUME 5

JANVIER 2019





PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

GNL QUÉBEC INC.

ANNEXES

VOLUME 5

PROJET N° : 161-00666-00
DATE : JANVIER 2019

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LÉBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA
TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

GROUPE CONSEIL NUTSHIMIT-NIPPOUR INC.
110, RUE RACINE EST, BUREAU 310
CHICOUTIMI (QUÉBEC) G7H 1R1
WWW.GCNN.CA



TABLE DES MATIÈRES – ANNEXES

- 1 INTRODUCTION
 - 1-1 LIGNES DIRECTRICES POUR LA PRÉPARATION D'UNE ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL
 - 1-2 DIRECTIVE POUR LE PROJET ÉNERGIE SAGUENAY DE CONSTRUCTION D'UN COMPLEXE DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL SUR LE TERRITOIRE DE LA VILLE DE SAGUENAY PAR GNL QUÉBEC INC.
 - 1-3 POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE GNL QUÉBEC
- 2 ANALYSE DU CYCLE DE VIE DU TERMINAL DE LIQUÉFACTION DE GAZ NATUREL DU SAGUENAY
- 4 ÉTUDE SUR LE SAVOIR AUTOCHTONE ET L'UTILISATION DES RESSOURCES ET DU TERRITOIRE
- 6 INTERACTIONS POTENTIELLES ENTRE LES PRINCIPALES ACTIVITÉS DU PROJET ET LES COMPOSANTES DES MILIEUX BIOPHYSIQUE ET HUMAIN
- 7 MILIEU PHYSIQUE
 - 7-1 HYDROLOGIE
 - 7-2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE
 - 7-3 CLIMAT
 - 7-4 ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DE SITE – PHASE I
 - 7-5 CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ÉTAT INITIAL DES SOLS
 - 7-6 QUALITÉ DE L'EAU DOUCE ET DES SÉDIMENTS D'EAU DOUCE
 - 7-7 HYDROGÉOLOGIE
 - 7-8 HYDROSÉDIMENTOLOGIE GLACE ET OCÉANOGRAPHIE
 - 7-9 MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE
 - 7-10 NOTE TECHNIQUE – ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DE GES
 - 7-11 CLIMAT ET MODÉLISATION SONORE
 - 7-12 AMBIANCE SONORE ET MODÉLISATION SUBAQUATIQUE
 - 7-13 AMBIANCE LUMINEUSE
 - 7-14 CONCEPT D'ÉCLAIRAGE
- 8 MILIEU BIOLOGIQUE
 - 8-1 VÉGÉTATION TERRESTRE, RIVERAINE ET AQUATIQUE D'EAU DOUCE
 - 8-2 VALEUR ÉCOLOGIQUE DES MILIEUX HUMIDES EMPIÉTÉS
 - 8-3 HABITAT DU POISSON – EAU DOUCE
 - 8-4 HABITAT DU POISSON – MARIN
 - 8-5 MAMMIFÈRES MARINS



TABLE DES MATIÈRES – ANNEXES (suite)

8-6	TABLEAU – LISTE DES OISEAUX
8-7	OISEAUX
8-8	FAUNE TERRESTRE
8-9	RECHERCHE D'HIBERNACLES ET DE MATERNITÉS DE CHIROPTÈRES
9	ÉTUDE DE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE
10	COMMUNAUTÉS LOCALES ET RÉGIONALES
10-1	CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE
10-2	PAYSAGE
10-3	ÉTUDE DE RETOMBÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES
12	CADRE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE LIÉ À LA NAVIGATION
13	ACCIDENTS ET DÉFAILLANCES
13-1	FICHES SIGNALÉTIQUES
13-2	ÉVALUATION QUALITATIVE DE RISQUE
13-3	ÉVALUATION QUANTITATIVE DE RISQUES TERRESTRES
13-4	ÉVALUATION QUANTITATIVE DE RISQUES MARINS
13-5	PLAN DE MESURES D'URGENCE
15	TABLEAU DES MESURES D'ATTÉNUATION

13-2 *ÉVALUATION QUALITATIVE DE RISQUE*



PROJET GNL QUÉBEC ÉNERGIE SAGUENAY

RAPPORT D'ÉTUDE SUR L'IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX (HAZID/ENVID)

Confidentiel. © 2018 GNL QUÉBEC INC. ("GNLQI").

Ce document, préparé en vertu de l'entente de service préalable du 12 février 2018 conclue entre Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« Bechtel »), la Chiyoda International Corporation (« Chiyoda ») et GNLQ Development Inc. (« GNLQ »), contient des renseignements confidentiels et/ou exclusifs de GNLQI qui ne doivent être utilisés, divulgués ou reproduits de quelque façon que ce soit par quelque individu ou entité que ce soit, autre que GNLQ, GNLQI, Bechtel ou Chiyoda sans avoir reçu la permission écrite de GNLQI, de Bechtel ou de Chiyoda. Tous droits réservés.

Une fois imprimés, les documents électroniques ne font l'objet d'aucun contrôle et peuvent devenir désuets.
Veuillez consulter le système de gestion électronique des documents pour connaître la plus récente version.

À noter que la version originale du présent document est en anglais. En cas de divergence ou ambiguïté entre la traduction en français et le document original en anglais, la version originale en anglais prévaudra et constituera la version officielle et définitive dudit document.

00B	09-07-2018	ÉMIS À TITRE D'INFORMATION				
00A	13-06-2018	ÉMIS POUR EXAMEN	CRJ	DWJ	RJG	JT
RÉV.	DATE	RAISON DE LA RÉVISION	BY	CK'D	APPR	PEM
RAPPORT D'ÉTUDE SUR L'IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX (HAZID/ENVID)			DOCUMENT BECHTEL - CHIYODA NO			RÉV.
			26175-100-U4R-0T01-00001			00A
DOCUMENT GNLQ NO		5010-BCJV-000-PPP-9300-0001.01	NO DE DOSSIER 26175-100		Page 1 de 26	

ÉBAUCHE DE RAPPORT D'ÉTUDE SUR L'IDENTIFICATION DES DANGERS ET DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX (HAZID/ENVID) DU PROJET DE GNL D'ÉNERGIE SAGUENAY



Préparé par :



QUEST
Consultants Inc.

908 26th Avenue NW
Norman, OK 73069
www.questconsult.com

Préparé pour :



Bechtel Oil, Gas, and Chemical

3000 Post Oak Boulevard
Houston, TX 77051

Numéro de document de Quest :
26175-HID02-RevF0

9 juillet 2018

Numéro de document de Bechtel :
26175-100-U4R-0T01-00001

Numéro de document de GNLQ :
5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Document confidentiel de Bechtel
© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.
Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont
l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001
Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

ANALYSE D'IDENTIFICATION DES DANGERS (HAZID/ENVID) PROJET DE GNL D'ÉNERGIE SAGUENAY

Table des matières

	<u>Page</u>
1.0 SOMMAIRE	1
2.0 INTRODUCTION	3
3.0 EXIGENCES DE SÉCURITÉ DU PROCÉDÉ	5
4.0 MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DANGERS	6
5.0 DÉTAILS DU PROCESSUS HAZID/ENVID	8
6.0 RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS	12
7.0 RÉFÉRENCES	16
ANNEXE A	1
ANNEXE B	1
ANNEXE C	1
ANNEXE D	1
ANNEXE E	1
ANNEXE F	1
ANNEXE G	1
ANNEXE H	1

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001

Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

1.0 SOMMAIRE

GNL Québec (GNLQ) est présentement en train de développer à Saguenay au Québec un terminal d'exportation de gaz naturel liquéfié (GNL) à faible émission de carbone, une référence dans l'industrie. L'analyse d'identification des dangers (HAZID/ENVID) du Projet de GNL d'Énergie Saguenay avait pour but d'identifier les éléments associés au processus de conception de l'usine et des systèmes de traitement connexes susceptibles de provoquer des conditions dangereuses pouvant se répercuter sur le public, sur le personnel d'exploitation, sur l'environnement ou sur les biens qu'on retrouve sur le site. Des réunions HAZID/ENVID ont eu lieu les 15 et 16 mai 2018 aux bureaux de Bechtel à Houston, Texas. Des ingénieurs de GNLQ, Chiyoda et Bechtel faisaient partie de l'équipe d'examen du processus HAZID/ENVID.

On pose, dans la méthodologie d'identification des dangers, des questions sur la sécurité du travail impliquant des matières dangereuses, sur les conditions d'utilisation et d'entreposage de ces matières, sur l'endroit où se déroulent les différentes opérations qui impliquent des liquides dangereux, sur les méthodes d'utilisation des procédés dangereux, sur les événements qui concernent l'ensemble du site, ainsi que sur les écarts par rapport à l'intention du concept de l'usine proposée de liquéfaction de GNL ou de ses systèmes de traitement. L'équipe s'est attardée aux dangers, aux conséquences, aux mesures de protection et aux risques que présente le concept de l'actuel système pour chacun des risques qu'on a identifiés. Le processus HAZID/ENVID s'est déroulé au tout début du processus de conception, de sorte qu'on a formulé des recommandations afin de modifier le concept de l'usine ou des systèmes de traitement ou les procédures opérationnelles avant de terminer la configuration du site final. Dans certains cas, des études plus poussées sont nécessaires et font l'objet de recommandations.

Ce rapport renferme les résultats et les mesures de suivi convenus par les membres de l'équipe HAZID/ENVID d'Énergie Saguenay. Le processus HAZID/ENVID reposait sur vingt-huit (28) schémas de principe qu'on retrouve à l'annexe F, un (1) schéma fonctionnel qu'on retrouve à l'annexe F et un plan d'ensemble préliminaire qu'on retrouve à l'annexe G et qui représente le concept des installations d'Énergie Saguenay. Quarante-six (46) dangers ont été identifiés au cours de l'analyse, ce qui a donné lieu à quatre-vingt-douze (92) conséquences préoccupantes et trente-cinq (35) recommandations (mesures) dans le cadre du projet. Le tableau 1-1 nous présente un résumé du classement des risques associés aux conséquences qu'on a évaluées, ainsi que les recommandations.

L'annexe A renferme les feuilles de travail du processus HAZID/ENVID qu'on a préparées tout au long de l'étude et documentées au cours des réunions d'équipe. Après avoir pris soin d'examiner les mesures de suivi et les avoir réalisées, le personnel chargé d'y donner suite consignera les interventions effectuées sur les fiches de mesures présentées à l'annexe B.

Tableau 1-1
Classement des risques pour Énergie Saguenay

Classement du risque	Conséquences	Recommandations
Inacceptable	0	0
Élevé	1	2
Modéré	14	15
Moyen	35	15

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Faible	39	3
Non classé	3	0
Total	92	35

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001
Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

2.0 INTRODUCTION

2.1 Introduction au processus HAZID/ENVID

Le processus HAZID/ENVID est considéré comme une analyse préliminaire, puisqu'il s'agit de l'exercice de présélection initial permettant d'identifier et de décrire les principaux dangers, incluant les conséquences possibles des rejets, en faisant uniquement appel au concept et à la configuration d'un procédé. Le processus HAZID/ENVID nous présente un survol des principaux dangers que comporte une installation ou un procédé, ainsi qu'une comparaison approximative de l'ampleur des conséquences de ces dangers dans les scénarios d'accident possibles qu'on identifie. Le processus HAZID/ENVID est souvent qualifié d'étude générale, puisqu'il ne renferme pas d'information détaillée sur un projet ou sur un procédé qu'on utilisera au cours des études futures d'analyse des dangers.

Voici quels sont les objectifs d'une étude de processus HAZID/ENVID :

- Identifier les principaux dangers crédibles;
- Examiner chaque danger et identifier les conséquences non désirées possibles;
- Identifier les mesures de protection efficaces qui sont déjà prévues dans le concept afin de prévenir ou pour atténuer le danger;
- Classer chaque événement évalué au niveau du risque afin de classer ainsi les risques identifiés de manière plus précise;
- Élaborer des recommandations en ce qui concerne le concept d'usine dans le but de réduire les risques.

Le processus HAZID/ENVID présente un tableau des dangers perçus (identifiés par l'équipe d'examen du processus HAZID/ENVID), leurs conséquences, ainsi que les facteurs importants qui viennent compliquer tout accident éventuel. Une évaluation non quantifiée du risque que présente chaque scénario est fournie. Cette évaluation permet de trier les scénarios d'accident en fonction du risque comparatif. Cette évaluation des risques comporte cependant certaines limites. On en est encore au tout début de l'élaboration du concept, de sorte que les conditions dangereuses et les causes évoquées représentent des estimations sur le plan technique. Les calculs techniques détaillés n'ont habituellement pas été effectués au moment de réaliser le processus HAZID/ENVID.

Le processus HAZID/ENVID porte principalement sur les matières dangereuses et sur les principaux éléments de l'usine, puisqu'on dispose de peu de détails en ce qui a trait au concept de l'équipement d'usine et il est probable qu'on ne possède également aucune information au sujet des procédures. On considère parfois le processus HAZID/ENVID comme un examen des endroits où il est possible de libérer l'énergie de manière incontrôlée ou lorsque des circonstances anormales risquent d'entraîner des conséquences indésirables. Le processus HAZID/ENVID consiste à formuler une liste des scénarios hypothétiques sur les dangers concernant les éléments suivants :

- Matières premières, produits intermédiaires et finaux, ainsi que leur degré d'inflammabilité/toxicité
- Équipement d'usine/traitement et son emplacement
- Interface entre les composants du système
- Forces extérieures, incluant les événements naturels
- Opérations (essai, entretien, etc.)
- Installation, incluant la configuration de l'équipement et des édifices

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

- Systèmes de décharge électrostatique et de protection
- Problèmes de construction, de démarrage et de production

Si l'équipe du processus HAZID/ENVID considère que le concept doit faire l'objet d'un changement ou d'un ajout pour accroître la sécurité ou atténuer les conséquences, ces recommandations sont formulées sur les feuilles de travail HAZID/ENVID. De tels changements pourraient concerner le matériel, les instruments et les commandes ou les méthodes d'exploitation. Dans certains cas, une étude plus poussée s'impose pour évaluer le danger, de sorte qu'on peut recommander une étude externe. Pour respecter les exigences de gestion de la sécurité du procédé, toutes les mesures doivent être documentées par écrit.

2.2 Contexte d'Énergie Saguenay

GNL Québec (GNLQ) procède présentement au développement d'un terminal d'exportation de gaz naturel liquéfié (GNL) à faibles émissions de carbone, qui deviendra une référence dans l'industrie. Ce terminal, d'une capacité de 10,5 millions de tonnes par année (MTPA), sera situé à Saguenay, Québec. Le projet de GNL d'Énergie Saguenay recevra, traitera, liquéfiera et exportera tout près de 1,55 milliard de pieds cubes standard de gaz naturel par jour (bcf/d : billion cubic feet per day) provenant de sources d'approvisionnement au Canada.

Les installations proposées comprennent les plans de deux trains de liquéfaction identiques. Chaque train de liquéfaction comprend un module de prétraitement du gaz et un module de liquéfaction et de réfrigération mixte d'une capacité de 5,25 MTPA (10,5 MTPA pour l'usine à deux trains). Les installations comprennent les services publics connexes, le système d'entreposage du réfrigérant, des réservoirs de stockage de GNL, ainsi que deux postes d'accostage pour accueillir les navires qui transportent le GNL.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

3.0 EXIGENCES DE SÉCURITÉ DU PROCÉDÉ

Les exigences de sécurité du projet de GNL d'Énergie Saguenay entrent dans le cadre du programme de gestion de la sécurité du procédé (GSP). Le programme de GSP qu'on a mis sur pied doit être conforme aux normes API RP 750, *Management of Process Hazards* et 29 CFR 1910.119, *Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals*. Les installations de GNL d'Énergie Saguenay étant construites au Canada, elles doivent répondre aux règlements de sécurité de l'Association canadienne de normalisation, dont plus précisément la norme CSA-Z276 (2018), *Gaz naturel liquéfié (GNL) – Production, stockage et manutention*, et la norme CSA-Z246.1 *Gestion de la sûreté des installations liées à l'industrie du pétrole et du gaz naturel*.

L'article 14.2 de la norme CSA-Z276 (2018) décrit la méthode d'évaluation des risques d'usine. Les six étapes du processus d'évaluation des risques sont présentées en détail à l'article 14.2.2 :

- a) identifier les dangers
- b) évaluer l'effet
- c) évaluer la fréquence ou la probabilité de l'événement
- d) élaborer une mesure du risque
- e) évaluer le risque
- f) au besoin, élaborer des mesures d'atténuation ou de réduction du risque

On mentionne, à l'article 14.2.3, plusieurs phases de la conception et de l'exploitation d'une usine pouvant faire l'objet d'une évaluation des risques. La phase préalable à l'ingénierie de base en fait partie. La technique d'analyse des dangers liés aux opérations (ADO), appelée HAZID, est présentée comme une méthode d'évaluation des risques possibles au cours de la phase préalable à l'ingénierie de base d'un projet.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

4.0 MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DANGERS

4.1 Survol

Un processus HAZID/ENVID est une technique de remue-ménages en équipe qu'on utilise afin d'identifier et d'évaluer les principaux dangers et leurs risques. Le processus HAZID/ENVID consiste à procéder à un examen systématique des installations et de leur fonctionnement en évaluant les questions suivantes :

- Quels sont les dangers qui pourraient survenir?
- Quelles sont les conséquences possibles associées aux dangers?
- Quels sont les obstacles et les mesures de rétablissement (protection) en place afin de prévenir ou d'atténuer les dangers?
- Ces mesures de protection sont-elles adéquates?

Le processus HAZID/ENVID devient le plus efficace lorsqu'on le réalise au tout début de l'étape de conception ou de planification d'une installation ou d'une opération impliquant des matières dangereuses. À ce stade, les changements au niveau du concept et/ou des opérations peuvent s'effectuer de la manière la plus rentable. Parce qu'elle se déroule tôt au cours du processus de conception, l'étude repose sur une approche conceptuelle ou de haut niveau.

4.2 Méthodologie

Les études du processus HAZID/ENVID nous présentent un résumé de l'information sur les dangers possibles (identifiés par l'équipe du processus HAZID/ENVID), leurs conséquences, ainsi que les facteurs importants qui pourraient compliquer un accident possible. Cette étude se déroule en équipe et fait appel à l'expertise de plusieurs disciplines, en compagnie d'un tiers facilitateur et d'un secrétaire. Aux fins de cette étude, l'équipe d'évaluation sera composée des membres suivants :

- Facilitateur et secrétaire de Quest Consultants Inc.
- Représentants du projet Énergie Saguenay/GNLQ
- Ingénieurs de procédé, ingénieurs de projet et gestionnaires de Bechtel
- Ingénieurs de procédé et de projet de Chiyoda International Corporation

Avant les séances consacrées au processus HAZID/ENVID, celui-ci, tel que présenté dans les schémas de principe à l'annexe F, se divise en sous-systèmes aux fins de l'analyse en équipe. Chaque système ou sous-système est qualifié de « nœud ». L'équipe analyse séparément chaque système du procédé. Les dangers pouvant survenir dans plus d'un système peuvent être enregistrés sur le nœud global pour éviter qu'on ne les répète lors des réunions d'équipe. Un ensemble prédéfini de dangers est habituellement enregistré dans le logiciel avant les séances du processus HAZID/ENVID, alors que l'équipe du processus HAZID/ENVID en ajoute d'autres, au besoin, tout au long de l'étude.

Au début de l'étude du processus HAZID/ENVID, on passe la méthodologie en revue afin que les membres de l'équipe comprennent ce qu'on doit accomplir. L'installation, le procédé ou l'opération qu'on doit évaluer est décrit en détail à l'intention de l'équipe. L'étude du processus HAZID/ENVID est enregistrée de manière systématique, alors qu'on évalue les différents dangers possibles, leurs conséquences éventuelles, ainsi que les mesures de protection existantes pour chaque nœud.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Alors que l'étude du processus HAZID/ENVID débute, le facilitateur décrit le nœud concerné (soit le système ou le sous-système qu'on doit évaluer) et entreprend les discussions. Les points suivants sont abordés pour chacun des dangers possibles et associés au nœud que l'équipe a identifié :

- Conséquences
- Mesures de protection
- Classement du risque
- Recommandations

Conséquences : Pour chaque danger possible, l'équipe discute des impacts possibles (conséquences) sur le public, sur les employés de l'usine, sur l'environnement ou sur les biens de l'usine. Toutes les conséquences éventuelles (crédibles) sont enregistrées.

Mesures de protection : À ce stade précoce du projet, il se pourrait qu'on ne dispose pas de renseignements détaillés en ce qui concerne le concept du système, les mesures de contrôle et les méthodes d'atténuation des dangers. Cependant, les ingénieurs de l'équipe qui connaissent les exigences en matière de génie et de sécurité, ainsi que les devis utilisés dans le cadre du projet peuvent fournir une description utile pour l'équipe. Au cours de l'étude, on doit prendre soin d'enregistrer uniquement les mesures de protection qui font partie du concept ou qui existeront en raison des caractéristiques du concept actuel.

Classement du risque : L'équipe classe en fonction du risque, chaque conséquence d'un danger documenté dont elle procède à l'examen. La matrice des risques qu'on présente à l'annexe C sera utilisée aux fins de cette étude du processus HAZID/ENVID. Le classement du risque repose sur la gravité (conséquence) et sur la fréquence (probabilité). Les conséquences sont évaluées en fonction de la catégorie, soit la santé et la sécurité, l'environnement et les dommages aux biens (équipements). Si on constate des éléments présentant un risque d'élevé à modéré (rouge ou orange), l'équipe envisagera habituellement d'ajouter des mesures de protection ou de formuler d'autres recommandations afin de réduire le risque. Lorsque le risque présente un classement de moyen à faible, les recommandations sont présentées à la discrétion de l'équipe.

Recommandations : Tout dépendant de la mesure dans laquelle l'équipe comprend le risque associé au danger, l'équipe détermine si elle doit présenter une recommandation aux ingénieurs chargés de la conception du projet. Si l'équipe juge que le danger justifie un changement au niveau du concept ou une procédure dans le but d'améliorer la sécurité ou d'atténuer les effets du danger, les recommandations sont enregistrées. Les recommandations pourraient consister à modifier le matériel, les contrôles ou les procédures. Dans certains cas, une étude plus poussée s'impose afin d'évaluer le danger, de sorte qu'on recommande de procéder à une étude externe. Chaque recommandation donne lieu à la création d'une fiche de mesure de suivi qu'on utilise dans le cadre du projet pour attribuer et suivre les recommandations.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

5.0 DÉTAILS DU PROCESSUS HAZID/ENVID

L'étude d'identification des dangers porte principalement sur les opérations normales, mais on tient également compte des conditions de démarrage, d'arrêt et de fonctionnement anormal, selon le cas. Aux fins de cette étude du processus HAZID/ENVID, le système de GNL comporte les sous-systèmes suivants :

- Principaux systèmes du procédé, incluant :
 - Approvisionnement en gaz naturel et prétraitement
 - Trains de liquéfaction et stabilisation du condensat
 - Systèmes de stockage du réfrigérant et du condensat
 - Réservoirs de stockage de GNL et système de gaz évaporé
 - Terminal maritime et bras de chargement de GNL
- Autres systèmes et services publics, incluant :
 - Gaz combustible
 - Systèmes de torchère et d'oxydant thermique
 - Eau de lutte contre les incendies
 - Huile chaude
 - Système à l'azote
 - Air pour instruments
 - Système d'alimentation
 - Circuits d'eau variés
- Nœud global pour les questions générales, incluant les dangers pour l'ensemble des installations, la configuration et l'implantation, ainsi que les sujets généraux d'ordre environnemental, communautaire et opérationnel.

À l'intérieur de chaque sous-système, il est important d'évaluer les conséquences des dangers en ce qui concerne les risques au niveau de la santé et de la sécurité (pour le public et le personnel de l'usine), les impacts environnementaux et les dommages à la propriété (équipements) (pertes financières).

5.1 Nœuds

Les installations ont été réparties en fonction de l'emplacement/activité entre les nœuds suivants qu'on retrouve énumérés au tableau 5-1. L'évaluation du processus HAZID/ENVID basé sur les nœuds 4 et 8 n'a permis de constater aucun danger préoccupant qui avait été omis d'examiner dans un autre nœud présentant le niveau de détail souhaité pour une analyse du processus HAZID/ENVID.

5.2 Classement du risque

Aux fins de cette étude du processus HAZID/ENVID, la matrice des risques présentée à l'annexe C a été utilisée. Pour chacun des principaux dangers identifiés, on précise les conséquences possibles et les mesures de protection correspondantes. Les conséquences ont été évaluées par catégories, soit la santé/sécurité pour le public, la santé/sécurité pour les travailleurs, l'environnement et les dommages à la propriété (perte financière). Par la suite la gravité de chaque conséquence crédible a été classée et enregistrée en fonction de la matrice des risques. Les mesures de protection qui permettent d'empêcher ou d'atténuer la conséquence et qui font déjà partie du concept ont également été enregistrées. La probabilité de l'événement assorti de mesures de protection en fonction de la matrice de risques a aussi été classée.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Tableau 5-1
Nœuds de l'étude du processus HAZID/ENVID

Nœud	Description
1	Approvisionnement en gaz naturel et prétraitement
2	Liquéfaction et stabilisation du condensat
3	Systèmes de stockage du réfrigérant et du condensat
4	Gaz combustible
5	Réservoirs de stockage de GNL et système de gaz évaporé
6	Terminal maritime et bras de chargement de GNL
7	Systèmes de torchères ou d'oxydants thermiques
8	Systèmes des procédés mineurs : huile chaude, stockage de l'amine, etc.
9	Services publics : azote, air pour instruments, courant et circuit d'eau
10	Intervention d'urgence, incluant les circuits d'eau pour lutter contre les incendies
11	Nœud global, incluant la configuration et l'emplacement

5.3 Mots-guides

L'annexe D comporte la liste des mots-guides qu'on retrouve dans le cadre de référence et qui ont été utilisés afin d'identifier les dangers. Ces mots-guides ont été utilisés en tant que suggestions seulement. À l'intérieur de chaque catégorie de risques, les différents dangers doivent être pris en compte. Ils ne s'appliqueront pas tous à un nœud donné, alors que certains pourraient ne s'appliquer d'aucune façon aux installations d'Énergie Saguenay.

5.4 Feuille de travail

La feuille de travail est un document guide destiné à l'étude du processus HAZID/ENVID. Ce document permet à l'équipe de documenter les différents dangers, les conséquences possibles, les mesures de protection efficaces, l'évaluation de la matrice des risques et les recommandations correspondant à chacun des nœuds. La feuille de travail comporte également un champ d'affectation de la mesure de suivi (responsabilité) et un espace où l'on peut inscrire des commentaires additionnels.

Le format de feuille de travail présenté ci-dessous au tableau 5-2 a été utilisé afin de procéder à l'évaluation du processus HAZID/ENVID.

Sur les feuilles de travail, la catégorie de conséquences en fonction des descriptions des conséquences qu'on retrouve sur la matrice des risques a été enregistrée. Les abréviations suivantes ont été utilisées dans la colonne réservée à la catégorie de conséquences sur les feuilles de travail :

- Main-d'œuvre – Santé et sécurité des travailleurs d'usine

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

- Public – Santé et sécurité du public
- Environnement – Conséquences environnementales
- Dommages à la propriété et/ou perte financière

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001

Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

Tableau 5-2
Format de la feuille de travail d'évaluation du processus HAZID/ENVID

Nœud :
Catégorie :

Danger	Conséquence	Catégorie	G	Mesure de protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					P	RR			
1	a			1					
	b			1					
				2					
				3					
				4					
2	a			1					
3	a			1					

Le classement basé sur la gravité (G) est enregistré avec une valeur entre 1 et 6, comme indiqué dans la matrice des risques, alors que le classement basé sur la probabilité (P) de l'événement est enregistré avec une valeur située entre A et F.

5.5 Enregistrement et rapports d'atelier

Les feuilles de travail du processus HAZID/ENVID ont été créées et présentées à l'équipe tout au long de l'étude au moyen du logiciel PHA-Pro®, d'un ordinateur et d'un projecteur. Le tableau 5-2 montre un exemple des feuilles de travail utilisées au cours de l'atelier.

Cette étude était animée par un ingénieur de Quest Consultants Inc., alors qu'elle a été documentée par un secrétaire de Quest.

Chaque feuille de recommandations (mesures) a été créée de manière à pouvoir l'utiliser pour mettre les recommandations en œuvre et assurer leur suivi. Ces feuilles sont présentées à l'annexe B.

5.6 Membres de l'équipe du processus HAZID/ENVID

Des représentants de GNLQ, de Chiyoda International, de Bechtel, ainsi qu'un facilitateur et un secrétaire de Quest composent l'équipe d'examen du processus HAZID/ENVID. Différentes disciplines étaient représentées comme l'exigent les directives d'analyse des dangers entourant le procédé. Les noms des membres de l'équipe sont présentés dans la fiche d'identification à l'annexe E.

5.7 Aspects non examinés

Sur demande des membres de l'équipe, la phase de construction du projet n'a fait l'objet d'aucun examen. On recommande de procéder à une opération HAZID/ENVID dans le cadre des travaux de construction à une date ultérieure.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

6.0 RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS

L'étude du processus HAZID/ENVID d'Énergie Saguenay a été réalisée suivant la méthodologie décrite dans la section 4.0, alors que les détails de l'étude sont présentés dans la section 5.0. Les résultats de l'étude en équipe et les feuilles de travail sont présentés à l'annexe A. Les feuilles de travail comportent, pour chaque danger inscrit, les conséquences prévues et les mesures de protection valides. Chaque information saisie s'accompagne également d'un classement du risque déterminé par l'équipe. Un classement du risque attribue une mesure qualitative à la gravité et à la probabilité de l'événement concerné. Pour déterminer la gravité de chaque danger, les conséquences possibles pour le public, le personnel de l'usine, l'environnement ou l'équipement de l'usine ont été évaluées *sans tenir compte* des mesures de protection connues. Par la suite, la probabilité d'occurrence *en déterminant* si les mesures de protection fonctionnaient de la manière souhaitée a été catégorisée. Le classement des risques s'est déroulé conformément à la matrice des risques présentée à l'annexe C. Les classements de gravité, de probabilité et de risque pour chaque danger ont été enregistrés sur les feuilles de travail du processus HAZID/ENVID.

Les formulaires de documentation des trente-cinq (35) mesures de suivi sont présentés à l'annexe B pour faciliter le suivi des changements recommandés dans le cadre du processus HAZID/ENVID. Le tableau 6-1 comporte un résumé des mesures élaborées par l'équipe du processus HAZID/ENVID.

La distribution, le suivi et la conclusion des mesures de suivi du processus HAZID/ENVID se déroulent indépendamment du présent rapport. La conclusion d'une mesure de suivi du processus HAZID/ENVID repose sur l'approbation de la réponse à cette mesure par l'ingénieur responsable de la sécurité du procédé, l'ingénierie de projet du secteur, le gestionnaire de l'ingénierie du projet, ainsi qu'un représentant du client.

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Tableau 6-1
Sommaire des mesures du processus HAZID/ENVID

Numéro	Mesure	Danger
1	Déterminer si on utilise des brides de protection dans le circuit du fluide chauffant	Rejet de fluide chauffant
2	Évaluer la probabilité et les conséquences de ce scénario au cours du HAZOP	Important rejet accidentel d'hydrocarbures liquides
3	Procéder à une étude d'implantation et à une évaluation quantitative des risques afin de confirmer que les distances de séparation sont appropriées	Important rejet d'hydrocarbures liquides
4	Envisager le recours à des mesures de contrôle d'administration et des procédures afin de limiter l'exposition du personnel au BTEX	Chargement du condensat dans le camion
5	Confirmer, en procédant à une étude d'implantation, que les édifices sont bien placés en raison des risques que présente l'usine.	Incendie sur le dessus du réservoir
6	Confirmer, en procédant à une étude d'implantation et une évaluation quantitative des risques, que les édifices sont bien placés en raison des risques que présente l'usine.	Incendie sur le dessus du réservoir
7	Étudier le recours à des zones à accès restreint pour le public sur la rivière lorsqu'on procède au chargement du navire	Panne du bras de chargement
8	Procéder à une analyse transitoire du système de chargement de GNL afin de déterminer le moment idéal pour fermer les soupapes d'arrêt d'urgence de chargement et vérifier si le réservoir tampon présente la taille adéquate.	Arrêt rapide du système de chargement
9	Évaluer le nombre et l'emplacement des soupapes d'isolation du système de chargement de GNL (en particulier lorsqu'on doit siphonner le GNL en raison de hauteurs différentes entre le réservoir et le poste à quai.	Arrêt rapide du système de chargement
10	Procéder à une analyse transitoire du système de chargement de GNL afin de déterminer le moment idéal pour fermer les soupapes d'arrêt d'urgence de chargement et vérifier si le réservoir tampon présente la taille adéquate.	Arrêt rapide du système de chargement
11	Évaluer le nombre et l'emplacement des soupapes d'isolation du système de chargement de GNL (en particulier lorsqu'on doit siphonner le GNL en raison de hauteurs différentes entre le réservoir et le poste à quai.	Arrêt rapide du système de chargement
12	Procéder à une analyse transitoire du système de chargement de GNL afin de déterminer le moment idéal pour fermer les soupapes d'arrêt d'urgence de chargement et vérifier si le réservoir tampon présente la taille adéquate.	Arrêt rapide du système de chargement

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro	Mesure	Danger
13	Évaluer le nombre et l'emplacement des soupapes d'isolation du système de chargement de GNL (en particulier lorsqu'on doit siphonner le GNL en raison de hauteurs différentes entre le réservoir et le poste à quai.	Arrêt rapide du système de chargement
14	Évaluer les façons d'éviter la formation de geysers à l'intérieur du système de chargement ou de réduire l'impact de ces geysers au niveau du réservoir.	Formation de geysers à l'intérieur du système de chargement de GNL en raison de la différence de hauteur entre le réservoir et la jetée
15	Procéder à une étude des vibrations acoustiques induites (AIV) et des vibrations causées par l'écoulement au niveau du système de torchère	Bris de la tuyauterie des torchères en raison des vibrations (AIV/FIV).
16	Procéder à une étude des vibrations acoustiques induites (AIV) et des vibrations causées par l'écoulement au niveau du système de torchère	Bris de la tuyauterie des torchères en raison des vibrations (AIV/FIV).
17	Procéder à une étude des vibrations acoustiques induites (AIV) et des vibrations causées par l'écoulement au niveau du système de torchère	Bris de la tuyauterie des torchères en raison des vibrations (AIV/FIV).
18	Procéder à une analyse de la dispersion de vapeur du carter d'extinction	La torchère ne s'allume pas.
19	Vérifier si le système de purge de torchères est redondant.	Infiltration d'air à l'intérieur du système de torchère
20	Vérifier si le système de purge de torchère est redondant.	Infiltration d'air à l'intérieur du système de torchère
21	Étudier des façons d'empêcher la formation de solides dans les conduites de torchère.	Gel du condensat dans le collecteur de torchère
22	Étudier des façons d'empêcher la formation de solides dans les conduites de torchère.	Gel du condensat dans le collecteur de torchère
23	Évaluer, en procédant à une évaluation quantitative des risques et une étude d'implantation, le risque auquel le personnel de l'usine est exposé en cas de rejet d'azote liquide.	Rejet d'azote liquide
24	S'assurer que la formation du personnel comporte un volet consacré précisément aux coups d'arc.	Coup d'arc
25	Envisager le recours à des remorqueurs capables de lutter contre les incendies.	Perte d'eau de lutte contre les incendies au niveau de la jetée
26	Étudier le recours au service des incendies local, à une entente d'aide mutuelle ou au service des incendies de la municipalité la plus rapprochée de l'usine.	Processus d'intervention d'urgence inadéquat
27	Élaborer un plan d'intervention d'urgence.	Processus d'intervention d'urgence inadéquat

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro	Mesure	Danger
28	Procéder à une étude au cours du processus d'ingénierie de base afin d'identifier les secteurs à risque élevé et les mesures d'atténuation possibles en cas d'accumulation de glace et de neige.	Tempêtes de verglas et tempêtes hivernales
29	Envisager l'ajout d'une aire dégagée pour permettre aux hélicoptères d'atterrir.	Tempêtes de verglas et tempêtes hivernales
30	Procéder à une étude au cours du processus d'ingénierie de base afin d'identifier les secteurs à risque élevé et les mesures d'atténuation possibles en cas d'accumulation de glace et de neige.	Tempêtes de verglas et tempêtes hivernales
31	Procéder à une étude au cours du processus d'ingénierie de base afin d'identifier les secteurs à risque élevé et les mesures d'atténuation possibles en cas d'accumulation de glace et de neige au niveau de la torchère.	Tempêtes de verglas et tempêtes hivernales
32	Envisager la mise en place de mesure de conception et d'exploitation additionnelles pour accroître la sécurité lors des tempêtes de verglas et des tempêtes hivernales.	Tempêtes de verglas et tempêtes hivernales
33	S'assurer qu'on tient compte des cas où sévissent des vents forts dans la procédure d'exploitation.	Vents forts
34	Étudier les mesures d'atténuation additionnelles possibles en cas de foudre.	Foudre
35	Envisager l'ajout de mesures permettant de dégager les cheminées de ventilation	Foudre

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001

Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

7.0 RÉFÉRENCES

On a consulté les documents suivants ou ceux-ci étaient disponibles pour examen lors de l'étude du processus HAZID/ENVID :

- [1] 26175-100-3DR-V04-00001, rév. 00A. Process Design Basis - Énergie Saguenay Project.
- [2] 26175-100-M4-1T10-00001, rév. 00A. Heat and Material Balance AGAA (Avg Gas, Avg Ambient) Case - Énergie Saguenay Project.
- [3] 6034-26175-HID01-RevF0. HAZID/ENVID Terms of Reference – Énergie Saguenay LNG Project by Quest Consultants Inc.
- [4] 26175-100-0T00-00002, rév. 00A. Overall Site Plan 2 Trains - Énergie Saguenay Project.
- [5] 26175-100-P1-0T01-00001, rév. 00A. ISBL Plot Plan - Énergie Saguenay Project.
- [6] Les schémas de principe suivants ont été utilisés dans le cadre de l'étude HAZID :

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Tableau 7-1
Diagramme des opérations et schéma fonctionnel

26175-100-M5-0T10-00001, rév. 00A	Schéma fonctionnel
26175-100-M5-0T11-00001, rév. 00A	Installation de réception et de dosage d'arrivée
26175-100-M5-0T12-00004, rév. 00A	Entreposage et composition de l'amine
26175-100-M5-0T19-00001, rév. 00A	Système d'évasement à chaud et à froid
26175-100-M5-0T19-00002, rév. 00A	Fusée marine
26175-100-M5-0T20-00001, rév. 00A	Entreposage du réfrigérant
26175-100-M5-0T22-00001, rév. 00A	Système de gaz combustible
26175-100-M5-0T23-00001, rév. 00A	Système d'entreposage et de chargement de condensat
26175-100-M5-0T24-00001, rév. 00A	Compression du gaz évaporé, entreposage et chargement du GNL
26175-100-M5-0T29-00001, rév. 00A	Systèmes d'eaux usées
26175-100-M5-0T31-00001, rév. 00A	Distribution de courant et production d'énergie de réserve
26175-100-M5-0T33-00001, rév. 00A	Système de protection contre les incendies
26175-100-M5-0T34-00002, rév. 00A	Entreposage du fluide chauffant
26175-100-M5-0T35-00001, rév. 00A	Circuit d'air d'usine et des instruments
26175-100-M5-0T36-00001, rév. 00A	Circuit d'eau
26175-100-M5-0T39-00001, rév. 00A	Production et vaporisation d'azote
26175-100-M5-1T11-00002, rév. 00A	Dispositif de préchauffage du gaz d'alimentation et élimination du mercure
26175-100-M5-1T12-00001, rév. 00A	Absorbeur AGRU
26175-100-M5-1T12-00002, rév. 00A	Régénération d'amine AGRU
26175-100-M5-1T12-00003, rév. 00A	Réservoir de stockage/carter d'amine AGRU
26175-100-M5-1T13-00001, rév. 00A	Déshydratation
26175-100-M5-1T19-00003, rév. 00A	Appareil d'oxydation thermique des gaz acides
26175-100-M5-1T34-00001, rév. 00A	Système de chauffage moyen
26175-100-M5-1T70-00001, rév. 00A	Retrait des hydrocarbures lourds
26175-100-M5-1T70-00002, rév. 00A	Recompression du gaz d'alimentation
26175-100-M5-1T71-00001, rév. 00A	Stabilisation du condensat
26175-100-M5-1T72-00001, rév. 00A	Liquéfaction
26175-100-M5-1T72-00002, rév. 00A	Système de réfrigérant mixte
26175-100-M5-1T72-00003, rév. 00A	Système de réfrigérant au propane

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001

Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

ANNEXE A

FEUILLES DE TRAVAIL DU PROCESSUS HAZID/ENVID

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001

Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

Noeud : 1. Approvisionnement en gaz naturel et prétraitement

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Rejet d'amine	1. Contamination possible des eaux pluviales par l'amine.	Environnement	5	1. Les bordures entraînent les déversements vers le système de drainage spécialisé. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	C	Modéré	Aucune recommandation		
2. Rejet de H ₂ S	1. Effets toxiques possibles sur le personnel.	Travailleurs	4	1. Détecteur de H ₂ S dans les zones critiques de l'usine 2. L'opérateur porte un détecteur de H ₂ S portatif.	B	Faible	Aucune recommandation		
3. Rejet d'un liquide de chauffage	1. Risque de blessure au personnel en raison d'un contact avec un liquide chaud (246 °C)	Travailleurs	3	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	D	Moyen	1. Déterminer si on utilise des protecteurs de bride dans le système de chauffage moyen.	GNLQ	
	2. Contamination possible des eaux pluviales par le produit de chauffage.	Environnement	3	1. Les bordures entraînent les déversements vers le système de drainage spécialisé. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	B	Faible	Aucune recommandation		

Noeud : 2. Liquéfaction et retrait des minéraux lourds

Catégorie : 1. Risques d'incendie et d'explosion

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Rejet accidentel important d'hydrocarbure liquide	1. Risque de feu de nappe entraînant des blessures corporelles	Travailleurs	5	1. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 2. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire. 3. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 4. Les robinets d'isolement et de purge limitent la quantité de matière rejetée.	C	Modéré	2. Évaluer la probabilité et les conséquences d'un tel scénario lors de l'étude des risques et de l'exploitabilité.	GNLQ	
	2. Risque de feu de nappe entraînant des dommages matériels.	Dommages matériels/perte financière	5	1. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 2. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire. 3. Les robinets d'isolement et de purge limitent la quantité de matière rejetée. 4. Protection passive contre les incendies au niveau de l'acier de structure 5. Système de protection active contre les incendies 6. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 7. La taille des soupapes de détente sur les réservoirs varie en fonction du risque d'incendie.	C	Modéré	Aucune recommandation		
2. Feu en jet	1. Risque de vaporisation explosive entraînant des blessures corporelles	Travailleurs	5	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Les robinets d'isolement et de purge limitent la quantité de matière rejetée. 3. Réduction du nombre de brides à l'intérieur du système 4. Orientation des brides ou recours à des protecteurs de bride pour éviter que les flammes ne frappent les réservoirs 5. Système de protection active contre les incendies	B	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 2. Liquéfaction et retrait des minéraux lourds

Catégorie : 1. Risques d'incendie et d'explosion

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
	2. Risque de vaporisation explosive entraînant des dommages matériels	Dommages matériels/perte financière	6	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Réduction du nombre de brides à l'intérieur du système 3. Les robinets d'isolement et de purge limitent la quantité de matière rejetée. 4. Orientation des brides ou recours à des protecteurs de bride pour éviter que les flammes ne frappent les réservoirs 5. Système de protection active contre les incendies	B	Modéré	Aucune recommandation		
3. Rejet accidentel de liquide cryogénique	1. Risque de blessure au personnel en raison d'un contact avec le liquide cryogénique	Travailleurs	3	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. L'opérateur doit porter un équipement de protection individuelle (ÉPI) dans ces secteurs	D	Moyen	Aucune recommandation		
	2. Risque de dommages à l'équipement ou au niveau de la structure en raison d'un contact avec le liquide cryogénique	Dommages matériels/perte financière	4	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Protection cryogénique passive appliquée sur l'acier de structure 3. Dispositifs de surveillance de basse température dans la tranchée et dans le carter de collecte des déversements 4. Détection de gaz sur place et arrêt d'urgence	C	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 2. Liquéfaction et retrait des minéraux lourds

Catégorie : 2. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Voir le nœud global et la divergence en raison du risque d'incendie.							Aucune recommandation		

Noeud : 3. Systèmes de stockage de réfrigérant et de condensat

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Le groupe de dangers abordés dans le nœud 2 s'applique à ce nœud. Voir le nœud 2 pour connaître les détails.							Aucune recommandation		
2. Rejet important d'hydrocarbure liquide	1. Formation possible d'un nuage de vapeur qui se déplace au-delà des limites de la propriété. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures aux gens à proximité.	Public	5	1. La distance séparant les aires de stockage et les limites de la propriété est considérable. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 3. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 4. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire.	B	Moyen	3. Procéder à une étude de l'emplacement choisi et à une évaluation des risques quantitatifs pour confirmer que les distances de séparation sont appropriées.	GNLQ	
	2. Rejet possible de BTEX dans l'environnement.	Environnement	2	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	E	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 3. Systèmes de stockage de réfrigérant et de condensat

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
				2. Utilisation d'un réservoir avec toit flottant 3. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire.					
3. Charge de condensat vers le camion	1. Exposition possible du personnel au BTEX	Travailleurs	2	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	E	Moyen	4. Faire appel aux commandes et aux procédures d'administration pour limiter l'exposition du personnel au BTEX.	GNLQ	

Noeud : 4. Gaz combustible

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Le groupe de dangers abordés dans les nœuds 11 et 2 s'applique à ce nœud. Voir le nœud 2 et le nœud global pour connaître les détails.							Aucune recommandation		

Noeud : 5. Réservoirs de stockage de GNL et système d'évaporation de gaz

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Rejet de GNL	1. Possibilité d'explosion du nuage de vapeur, d'incendie et de blessures corporelles.	Travailleurs	5	1. Utilisation de réservoirs de confinement pleins conçus et essayés conformément à la norme CSA-Z276. 2. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire. 3. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 4. Utilisation d'un ÉPI approprié.	A	Faible	Aucune recommandation		
	2. Possibilité d'explosion du nuage de vapeur, d'incendie, de blessures aux gens à proximité et/ou de perturbation.	Public	5	1. Utilisation de réservoirs de confinement pleins 2. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire. 3. Distance par rapport à la limite de l'usine conforme à la norme CZA-276. 4. Site de l'usine éloigné des zones résidentielles.	A	Faible	Aucune recommandation		
	3. Possibilité de rejet de matière polluante dans l'environnement	Environnement	5	1. Utilisation de réservoirs de confinement pleins 2. La zone de confinement, les tranchées et le puisard entraînent le liquide dans un endroit sécuritaire. 3. Le système de traitement par évaporation de gaz mettra fin au rejet continu de méthane en cours d'utilisation.	A	Faible	Aucune recommandation		
2. Retournement du réservoir de stockage de GNL	1. Dommage possible au réservoir de stockage de GNL avec perte de confinement. Possibilité d'explosion du nuage de vapeur, d'incendie et de blessures corporelles.	Travailleurs	5	1. Réservoir conçu et essayé conformément à la norme CSA-Z276. 2. Système de surpression de réservoir conçu pour traiter les charges en cas de retournement. 3. Procédures d'utilisation et système de surveillance afin de réduire le risque de retournement 4. Le concept du réservoir permet de le remplir par le haut et par le bas pour contrer le phénomène de stratification.	B	Moyen	Aucune recommandation		
	2. Dommage possible au réservoir de stockage de GNL avec perte de confinement. Possibilité d'explosion du nuage de vapeur, d'incendie, de blessures aux gens à proximité et/ou de perturbation.	Public	5	1. Le concept du réservoir permet de le remplir par le haut et par le bas pour contrer le phénomène de stratification. 2. Procédures d'utilisation et système de surveillance afin de réduire le risque de retournement 3. Système de surpression de réservoir conçu pour traiter les charges en cas de retournement. 4. Réservoir conçu et essayé conformément à la norme CSA-Z276. 5. Distance par rapport à la limite de l'usine conforme à la norme CZA-276. 6. Site de l'usine éloigné des zones résidentielles.	A	Faible	Aucune recommandation		
	3. Dommage possible au réservoir de stockage de GNL avec perte de confinement. Possibilité de rejet de matière polluante dans l'environnement	Environnement	5	1. Réservoir conçu et essayé conformément à la norme CSA-Z276. 2. Système de surpression de réservoir conçu pour traiter les charges en cas de retournement. 3. Procédures d'utilisation et système de surveillance afin de réduire le risque de retournement 4. Le concept du réservoir permet de le remplir par le haut et par le bas pour contrer le phénomène de stratification.	B	Moyen	Aucune recommandation		
3. Incendie sur le dessus du réservoir	1. Risque de blessures corporelles en raison de l'irradiation thermique.	Travailleurs	4	1. Système de protection active contre les incendies des événements de type PSV 2. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 3. Classification de secteur pour haut de réservoir en vertu de la norme CSA-Z276.	B	Faible	Aucune recommandation		

Noeud : 5. Réservoirs de stockage de GNL et système d'évaporation de gaz

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
	2. La radiation thermique dans les zones adjacentes entraîne une escalade et des blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Classification de secteur pour haut de réservoir en vertu de la norme CSA-Z276. 2. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 3. Système de protection active contre les incendies des événements de type PSV 4. Espacement des réservoirs conforme à la norme CSA-Z276. 5. Directives relatives à la distance entre les réservoirs et les zones occupées adjacentes	B	Faible	5. Confirmer avec l'étude d'établissement que les édifices sont placés correctement en raison des dangers attribuables à l'usine.	GNLQ	
	3. Radiation thermique sur le toit du réservoir entraînant son bris.	Travailleurs	4	1. Directives relatives à la distance entre les réservoirs et les zones occupées adjacentes 2. Espacement des réservoirs conforme à la norme CSA-Z276. 3. Système de protection active contre les incendies des événements de type PSV 4. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 5. Classification de secteur pour haut de réservoir en vertu de la norme CSA-Z276.	A	Faible	6. Confirmer avec l'étude d'implantation et l'évaluation des risques quantitatifs que les édifices sont placés correctement en raison des dangers attribuables à l'usine.	GNLQ	

Noeud : 5. Réservoirs de stockage de GNL et système d'évaporation de gaz

Catégorie : 2. Construction/mise en service

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Refroidissement rapide du réservoir de stockage de GNL	1. Fissuration possible du compartiment de confinement principal du réservoir de GNL	Dommages matériels/perte financière	5	1. Procédures de mise en service 2. Instruments de surveillance de la température 3. Distribution du jet pulvérisé pour assurer le refroidissement initial	B	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 6. Terminal maritime et chargement du GNL

Catégorie : 1. Risques d'incendie et d'explosion

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Panne du bras de chargement	1. Déversement possible de GNL dans la rivière.	Environnement	5	1. Système PERC au niveau du bras de chargement 2. Système de détection d'incendie et de gaz en place et arrêt d'urgence pour limiter la quantité de matière rejetée. 3. Les bordures entraînent les déversements vers le système de drainage spécialisé. 4. Procédures d'exploitation pour le chargement des navires (vent et marées)	C	Modéré	Aucune recommandation		
	2. Déversement possible de GNL au niveau de la jetée, ce qui entraîne la formation d'un nuage de vapeur, un incendie, une explosion et des blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Système PERC au niveau du bras de chargement 2. Système de détection d'incendie et de gaz en place et arrêt d'urgence pour limiter la quantité de matière rejetée. 3. Les bordures entraînent les déversements vers le système de drainage spécialisé. 4. Procédures d'exploitation pour le chargement des navires (vent et marées) 5. Système de protection active contre les incendies 6. Classification électrique du secteur	B	Faible	Aucune recommandation		

Noeud : 6. Terminal maritime et chargement du GNL

Catégorie : 1. Risques d'incendie et d'explosion

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
	3. Déversement possible de GNL au niveau de la jetée, ce qui entraîne la formation d'un nuage de vapeur, un incendie, une explosion et des blessures aux gens à proximité.	Public	5	1. Système PERC au niveau du bras de chargement 2. Système de détection d'incendie et de gaz en place et arrêt d'urgence pour limiter la quantité de matière rejetée. 3. Les bordures entraînent les déversements vers le système de drainage spécialisé. 4. Procédures d'exploitation pour le chargement des navires (vent et marées) 5. Système de protection active contre les incendies	B	Moyen	7. Étudier la possibilité de limiter l'accès public à la rivière lors du chargement du navire.	GNLQ	
2. Formation de glace sur le bras de chargement	1. Risque de blessures corporelles attribuable à la chute de glace.	Travailleurs	3	1. Cages à glace installées dans les endroits où se forme la glace 2. Procédures de chargement pour limiter l'accès à la zone du bras de chargement.	C	Faible	Aucune recommandation		
3. Arrêt rapide du système de chargement.	1. Possibilité que le marteau hydraulique endommage la tuyauterie, l'équipement et les structures connexes. Rejet possible de GNL n'importe où le long de la ligne de chargement.	Dommages matériels/perte financière	4	1. Temps de fermeture minimal afin de procéder au chargement en mode d'arrêt d'urgence afin de prévenir un tel scénario	B	Faible	8. Procéder à l'analyse transitoire du système de chargement de GNL afin de déterminer le temps de fermeture adéquat des soupapes de chargement en mode d'arrêt d'urgence et vérifier la taille adéquate du réservoir tampon.	GNLQ	
				2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.			9. Évaluer le nombre et l'emplacement des soupapes d'isolation du système de chargement de GNL (en particulier lorsqu'on doit siphonner le GNL en raison des différences d'élévation entre le réservoir et le poste à quai).	GNLQ	
				3. Le réservoir tampon réduit l'effet de marteau hydraulique.					
	2. Possibilité que le marteau hydraulique endommage la tuyauterie, l'équipement et les structures connexes. Rejet possible de GNL n'importe où le long de la ligne de chargement. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Le réservoir tampon réduit l'effet de marteau hydraulique.	B	Faible	10. Procéder à l'analyse transitoire du système de chargement de GNL afin de déterminer le temps de fermeture adéquat des soupapes de chargement en mode d'arrêt d'urgence et vérifier la taille adéquate du réservoir tampon.	GNLQ	
				2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.			11. Évaluer le nombre et l'emplacement des soupapes d'isolation du système de chargement de GNL (en particulier lorsqu'on doit siphonner le GNL en raison des différences d'élévation entre le réservoir et le poste à quai).	GNLQ	
				3. Temps de fermeture minimal afin de procéder au chargement en mode d'arrêt d'urgence afin de prévenir un tel scénario					
	3. Possibilité que le marteau hydraulique endommage la tuyauterie, l'équipement et les structures connexes. Rejet possible de GNL n'importe où le long de la ligne de chargement. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures aux gens à proximité.	Public	5	1. Temps de fermeture minimal afin de procéder au chargement en mode d'arrêt d'urgence afin de prévenir un tel scénario	B	Moyen	12. Procéder à l'analyse transitoire du système de chargement de GNL afin de déterminer le temps de fermeture adéquat des soupapes de chargement en mode d'arrêt d'urgence et vérifier la taille adéquate du réservoir tampon.	GNLQ	
				2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.			13. Évaluer le nombre et l'emplacement des soupapes d'isolation du système de chargement de GNL (en particulier lorsqu'on doit siphonner le GNL en raison des différences d'élévation entre le réservoir et le poste à quai).	GNLQ	
				3. Le réservoir tampon réduit l'effet de marteau hydraulique.					
4. Formation d'un geyser à l'intérieur du système de chargement de GNL en raison de l'élévation différente entre le réservoir et la jetée.	1. Dommage possible au réservoir de stockage de GNL en raison des éclaboussures de GNL à l'intérieur du réservoir et au niveau du revêtement d'acier au carbone.	Dommages matériels/perte financière	5	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Procédure de refroidissement 3. Surveillance de la température le long de la ligne de chargement	C	Modéré	14. Évaluer les façons de réduire la formation de geysers à l'intérieur du système de chargement ou de réduire l'impact des geysers sur le réservoir.	GNLQ	
5. Collision du navire avec le poste d'accostage	1. Dommage au navire dans le poste d'accostage et à la structure du poste d'accostage		4	1. Un pilote prendra place à bord du navire de GNL et celui-ci sera escorté par des remorqueurs.	C	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 6. Terminal maritime et chargement du GNL

Catégorie : 1. Risques d'incendie et d'explosion

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
		Dommages matériels/perte financière		2. Procédures d'accostage et enveloppes opérationnelles					

Noeud : 7. Systèmes de torchère

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Transfert de liquide dans le système de torchère.	1. Risque d'incendie et de blessures corporelles.	Travailleurs	3	1. La torchère est munie d'un séparateur avec alarmes de niveau. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 3. Directives de l'industrie en matière de configuration d'usine et séparation des zones adjacentes 4. Système de torchère conçu pour réduire la formation de poches de liquide	C	Faible	Aucune recommandation		
	2. Rejet possible d'hydrocarbures qu'on doit déclarer.	Environnement	3	1. La torchère est munie d'un séparateur avec alarmes de niveau. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 3. Système de torchère conçu pour réduire la formation de poches de liquide 4. La présence de gravier dans la zone de la torchère réduira la propagation du liquide.	C	Faible	Aucune recommandation		
	3. Dommage possible au niveau de l'équipement et de la tuyauterie	Dommages matériels/perte financière	3	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Système de torchère conçu pour réduire la formation de poches de liquide	C	Faible	Aucune recommandation		
2. Système de torchère surchargé	1. Possibilité d'une surpression dans le système de torchère, ce qui entraîne le bris de l'équipement et de la tuyauterie pour libérer ensuite des vapeurs de matières inflammables. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Concept de torchère capable de résister à des charges maximales	C	Moyen	Aucune recommandation		
	2. Augmentation de la hauteur des flammes, ce qui entraîne un rayonnement thermique excessif dans la zone environnante. Possibilité de blessures corporelles	Travailleurs	3	1. Concept de torchère capable de résister à des charges maximales 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	C	Faible	Aucune recommandation		
	3. Dommage possible au niveau de l'équipement et de la tuyauterie	Dommages matériels/perte financière	4	1. Concept de torchère capable de résister à des charges maximales 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	C	Moyen	Aucune recommandation		

3. Bris du système de tuyauterie de torchère en raison des vibrations (AIV/FIV).	1. Risque d'incendie et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	D	Modéré	15. Procéder à une étude AIV/FIV du système de torchère.	GNLQ	
	2. Rejet possible d'hydrocarbures qu'on doit déclarer.	Environnement	3	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	D	Moyen	16. Procéder à une étude AIV/FIV du système de torchère.	GNLQ	
	3. Dommages possibles au niveau de l'équipement et de la tuyauterie	Dommages matériels/perte financière	4	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	D	Modéré	17. Procéder à une étude AIV/FIV du système de torchère.	GNLQ	
4. La torchère refuse de s'allumer.	1. Rejet d'hydrocarbures, un événement qu'on doit signaler.	Environnement	4	1. Redondance au niveau du système de gaz combustible	B	Faible	18. Procéder à une analyse de dispersion des vapeurs du système d'extinction.	GNLQ	
				2. Redondance au niveau du système d'allumage					
				3. Pilotes multiples au niveau de la torchère au sol					
				4. Cèllets de brûleur qui réagissent si le pilote est éteint					
5. Entrée d'air dans le système de torchère	1. Déflagration possible dans la tuyauterie de torchère Dommages possibles au niveau des tuyaux et de la structure.	Dommages matériels/perte financière	4	1. Système de gaz de purge à l'intérieur de la torchère	D	Modéré	19. Vérifier si le système de purge de torchère est redondant.	GNLQ	
	2. Déflagration possible dans la tuyauterie de torchère Dommages possibles au niveau des tuyaux et de la structure. Possibilité d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Le système de torchère est muni de joints qui empêchent l'infiltration d'air.						C	Moyen	20. Vérifier si le système de purge de torchère est redondant.	GNLQ
6. Gel du condensat dans le collecteur de torchère.	1. Possibilité d'une surpression dans le système de torchère, ce qui entraîne le bris de l'équipement et de la tuyauterie pour libérer ensuite des vapeurs de matières inflammables. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	3	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	D	Moyen	21. Étudier les façons d'empêcher la formation de solides dans les conduites de torchère.	GNLQ	
	2. Possibilité de dommages au niveau de l'équipement et de la tuyauterie en raison de la surpression ou de solides à haute vitesse.	Dommages matériels/perte financière	3	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.						D	Moyen	22. Étudier les façons d'empêcher la formation de solides dans les conduites de torchère.	GNLQ

Noeud : 8. Systèmes de traitement mineurs : fluide chauffant et amine

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Le groupe de dangers abordés dans les noeuds 11 et 1 s'applique à ce noeud. Voir le noeud 1 et le noeud global pour connaître les détails.							Aucune recommandation		

Noeud : 9. Services publics : azote, air pour instruments, courant, circuit d'eau.

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Perte de puissance	1. Possibilité d'hypothermie pour le personnel en raison de la perte de chauffage de l'édifice.	Travailleurs	3	1. Énergie d'alimentation redondante 2. Génératrices essentielles	B	Faible	Aucune recommandation		
	2. Perte d'éclairage dans l'usine, ce qui entraîne des blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Génératrices essentielles 2. Énergie d'alimentation redondante 3. Éclairage d'urgence relié aux batteries de secours	B	Faible	Aucune recommandation		
	3. Gel possible des conduites de liquide en raison d'une perte de chauffage électrique	Dommages matériels/perte financière	3	1. Énergie d'alimentation redondante 2. Génératrices essentielles	C	Faible	Aucune recommandation		
2. Perte d'air au niveau des instruments	1. Aucune conséquence additionnelle n'a été identifiée.						Aucune recommandation		
3. Perte du circuit d'azote (plaquettes, joints,	1. Bris du joint de gaz, ce qui entraîne un rejet d'hydrocarbures, un événement qu'on doit signaler.	Environnement	2	1. Redondance du générateur d'azote liquide	C	Faible	Aucune recommandation		

Noeud : 9. Services publics : azote, air pour instruments, courant, circuit d'eau.

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
systèmes de purge et utilisations du procédé)									
4. Rejet d'azote liquide	1. Possibilité d'une atmosphère à faible teneur en oxygène, ce qui entraîne un risque d'asphyxie pour le personnel.	Travailleurs	4	1. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Formation et intervention de l'opérateur	D	Modéré	23. Évaluer, en procédant à une évaluation des risques quantitatifs et à une étude d'implantation, le risque auquel le personnel de l'usine se trouve exposé lors d'un rejet d'azote liquide.	GNLQ	
5. Perte d'eau de source municipale	1. Perte d'approvisionnement en eau potable au niveau des douches de sécurité et des postes de lavage des yeux.	Travailleurs	3	1. Réservoir de stockage d'eau potable sur place 2. Les douches de sécurité sont reliées à un réservoir d'eau particulier.	B	Faible	Aucune recommandation		
	2. Incapacité de remplir le réservoir d'eau servant à éteindre les incendies après un incendie.	Dommages matériels/perte financière	4	1. La taille du réservoir d'eau servant à éteindre les incendies doit doubler la capacité de stockage requise.	B	Faible	Aucune recommandation		
6. Tension entre les pieds et tension de contact possiblement élevées	1. Risque d'électrocution du personnel entraînant des blessures corporelles	Travailleurs	4	1. Système de mise à la masse des installations conçu et vérifié en fonction du code et des normes en vigueur.	C	Moyen	Aucune recommandation		
				2. Clôture autour des zones à courant élevé.					
				3. Panneaux d'avertissement en place					
				4. Système de permis de travail					
7. Incendie de transformateur	1. Dommage possible causé par un incendie au niveau de l'équipement adjacent	Dommages matériels/perte financière	3	1. Utilisation d'huile haute température à l'intérieur du transformateur	C	Faible	Aucune recommandation		
				2. Système de protection de transformateur					
				3. Cloison pare-feu au niveau du transformateur principal					
				4. Système de protection active contre les incendies					
8. Coup d'arc	1. Possibilité de brûlure et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Utilisation d'un équipement à l'épreuve des arcs d'étincelles	D	Modéré	24. S'assurer que la formation du personnel comporte un volet consacré aux coups d'arc.	GNLQ	
				2. Étiquettes et panneaux d'avertissement					
				3. Système de permis de travail					
				4. ÉPI spécial					
9. Panne de raccordement de haute tension	1. Possibilité d'incendie et de dommage au niveau de l'équipement	Dommages matériels/perte financière	2	1. Procédures d'installation du fournisseur	E	Moyen	Aucune recommandation		
				2. Recours à des employés qualifiés pour procéder au raccordement					
10. Rejet de matière chimique	1. Possibilité de rejet/déversement de produit chimique dans l'environnement.	Environnement	2	1. Zones courbes ou endiguées pour confiner les déversements.	E	Moyen	Aucune recommandation		
				2. Les produits chimiques sont entreposés dans des zones désignées.					
				3. Classification de secteur, le cas échéant.					
				4. Panneaux du système global d'identification des dangers					
				5. Procédures de manutention des produits chimiques en place					
				6. Équipement d'intervention en cas de déversement entreposé sur place					
2. Risque de blessure pour l'opérateur	Travailleurs	3	1. Les produits chimiques sont entreposés dans des zones désignées.	D	Moyen	Aucune recommandation			
			2. Panneaux du système global d'identification des dangers						
			3. Procédures de manutention des produits chimiques en place						
			4. Équipement d'intervention en cas de déversement entreposé sur place						
			5. Douches de sécurité et postes de lavage des yeux dans les zones d'utilisation des produits chimiques						

Noeud : 10. Intervention d'urgence, incluant les circuits d'eau pour lutter contre les incendies

Catégorie : 1. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Perte d'eau du système d'extinction d'incendie au niveau de l'usine	1. Incapacité de refroidir l'équipement de traitement en cas d'incendie.	Dommages matériels/perte financière	6	1. Arrêt effectué si l'eau du système d'extinction d'incendie n'est pas disponible. 2. Pompes d'eau du système d'extinction d'incendie redondantes 3. Boucles d'eau du système d'extinction d'incendie 4. Système conçu et essayé conformément aux normes en vigueur de la NFPA 5. La taille du réservoir d'eau servant à éteindre les incendies doit doubler la capacité de stockage requise.	A	Moyen	Aucune recommandation		
2. Perte d'eau du système d'extinction d'incendie au niveau de la jetée	1. Incapacité de refroidir l'équipement de traitement au niveau de la jetée en cas d'incendie.	Dommages matériels/perte financière	5	1. Arrêt effectué si l'eau du système d'extinction d'incendie n'est pas disponible. 2. Système conçu et essayé conformément aux normes en vigueur de la NFPA 3. Les pompes d'eau du système d'extinction ne sont pas nécessaires pour amener l'eau jusqu'à la jetée (si elle s'égoutte par gravité). 4. Méthodes en place afin de permettre le déroulement des opérations lorsqu'on répare le circuit d'eau du système d'extinction d'incendie.	B	Moyen	25. Examiner la possibilité de recourir à des remorqueurs munis de l'équipement permettant de lutter contre les incendies.	GNLQ	
3. Intervention d'urgence inadéquate	1. Incapacité de maîtriser les incendies, ce qui entraîne une augmentation des dommages à la propriété.	Dommages matériels/perte financière	6	1. Aucune mesure de protection n'a été identifiée pour l'instant.	C	Élevé	26. Étudier le recours au service des incendies local ou conclure une entente d'aide mutuelle ou faire appel au service des incendies situé à proximité de l'usine. 27. Élaborer un plan d'intervention d'urgence.	GNLQ	L'équipe a procédé à une évaluation des probabilités en raison du manque d'information relative aux plans de lutte contre les incendies des installations.

Noeud : 11. Noeud global, incluant la configuration et le choix d'un emplacement

Catégorie : 1. Dangers naturels et autres attribuables à l'environnement

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Incendie de forêt à proximité des installations	1. Possibilité de dommages au niveau de l'équipement et risque de rejet d'hydrocarbures accompagné d'une possibilité d'incendie, d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	5	1. L'usine est entourée d'une zone tampon clairement définie. 2. Une alerte avancée d'incendie permet de prendre les précautions nécessaires. 3. Un système de protection d'incendie sur place permet de réduire les dommages à l'équipement. 4. Le service des incendies de Saguenay possède l'équipement nécessaire pour lutter contre les incendies de forêt.	A	Faible	Aucune recommandation		
	2. Un incendie empêche le personnel d'accéder aux installations ou d'évacuer celles-ci.	Travailleurs	2	1. Le service des incendies de Saguenay possède l'équipement nécessaire pour lutter contre les incendies de forêt. 2. Un système de protection d'incendie sur place permet de réduire les dommages à l'équipement. 3. Une alerte avancée d'incendie permet de prendre les précautions nécessaires. 4. L'usine est entourée d'une zone tampon clairement définie.	A	Faible	Aucune recommandation		
	3. Possibilité de dommages au niveau de l'équipement et risque de rejet d'hydrocarbures accompagné d'une possibilité d'incendie, d'explosion et de dommages à la propriété.	Dommages matériels/perte financière	5	1. L'usine est entourée d'une zone tampon clairement définie. 2. Une alerte avancée d'incendie permet de prendre les précautions nécessaires.	A	Faible	Aucune recommandation		

Noeud : 11. Noeud global, incluant la configuration et le choix d'un emplacement

Catégorie : 1. Dangers naturels et autres attribuables à l'environnement

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
				3. Un système de protection d'incendie sur place permet de réduire les dommages à l'équipement. 4. Le service des incendies de Saguenay possède l'équipement nécessaire pour lutter contre les incendies de forêt.					
2. Tempête de verglas et tempêtes de neige	1. Accumulation de glace ou de neige, ce qui peut entraîner une perte de courant. Ce phénomène entraîne une perte de production et des dommages à l'équipement.	Dommages matériels/perte financière	3	1. Le système d'alimentation des installations sera conçu conformément à des normes tenant compte des conditions météorologiques. 2. Énergie d'alimentation redondante 3. Alimentation essentielle sur place afin de permettre un arrêt sécuritaire.	E	Modéré	Aucune recommandation		
	2. Accumulation de glace ou de neige sur le bâti, ce qui entraîne un risque de chute de glace accompagné de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Des procédures d'exploitation et d'entretien sont en place pour délimiter les points de chute de la glace ou de la neige. Procédures d'enlèvement de la neige et de la glace.	D	Modéré	28. Procéder à une étude d'ingénierie de base pour identifier les secteurs à risque élevé et les mesures d'atténuation possibles lors de l'accumulation de glace et de neige.	GNLQ	
	3. L'accumulation de glace ou de neige sur les routes limite l'accès en direction et en provenance des installations. Impossibilité éventuelle d'évacuer le personnel blessé.	Travailleurs	2	1. Procédures en place en cas d'intempéries (enlèvement de la neige et de la glace). 2. Centre médical sur place	D	Faible	29. Envisager d'aménager une zone libre pour permettre l'atterrissage d'un hélicoptère.	GNLQ	
	4. L'accumulation de glace ou de neige sur les routes nuit au fonctionnement des installations. Possibilité d'accidents de véhicules accompagnés de déversements de liquides dangereux.	Environnement	3	1. Procédures en place en cas d'intempéries (enlèvement de la neige et de la glace). 2. Codes et normes en matière de conception des routes	E	Modéré	30. Procéder à une étude d'ingénierie de base pour identifier les secteurs à risque élevé et les mesures d'atténuation possibles lors de l'accumulation de glace et de neige.	GNLQ	
	5. Bris mécanique de l'équipement, des fondations et de la tuyauterie en raison d'une accumulation de glace ou de la dilatation de l'eau. Rejet possible d'hydrocarbures, entraînant ainsi un incendie, une explosion et des blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Usine conçue conformément à la norme CZA-276 2. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 3. Ouvrages civils conçus conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	C	Moyen	Aucune recommandation		
	6. Une accumulation de glace ou de neige nuit au fonctionnement de la torchère au sol, ce qui risque d'entraîner une surpression :	Travailleurs	4	1. Le concept de la torchère tient compte des conditions météorologiques.	B	Faible	31. Procéder à une étude d'ingénierie de base pour identifier les secteurs à risque élevé et les mesures d'atténuation possibles lors de l'accumulation de glace et de neige sur la torchère.	GNLQ	
	7. Un blizzard ou un froid extrême entraîne des conditions de travail non sécuritaires pour les opérateurs à l'intérieur des installations.	Travailleurs	4	1. Procédures d'exploitation en place	C	Moyen	32. Envisager la mise en place de mesures de conception et d'exploitation additionnelles pour accroître la sécurité lors des tempêtes de verglas et des tempêtes hivernales.	GNLQ	
	8. Accumulation de neige et de glace à l'intérieur des tranchées et des carters. Incapacité possible de capter les rejets de liquides dangereux. Possibilité de blessures corporelles	Travailleurs	5	1. Procédures d'entretien et d'exploitation qui consistent à vider régulièrement le carter. 2. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence	B	Moyen	Aucune recommandation		
	9. Accumulation de neige et de glace à l'intérieur des tranchées et des carters. Incapacité possible de capter les rejets de liquides dangereux.	Environnement	4	1. Procédures d'entretien et d'exploitation qui consistent à vider régulièrement le carter. 2. Système de détection d'incendie et de gaz en place et arrêt d'urgence, ce qui limitera la quantité de matière rejetée.	B	Faible	Aucune recommandation		
3. Vents forts	1. Bris possible des structures de soutien, ce qui entraîne un rejet d'hydrocarbures et la possibilité d'un incendie, d'une explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Ouvrages civils conçus conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Un dispositif d'arrêt d'urgence réduit la quantité de rejets.	B	Faible	33. S'assurer que les scénarios de vents forts sont abordés dans la procédure d'exploitation.	GNLQ	
	2. Bris possible des structures de soutien, ce qui entraîne un rejet d'hydrocarbures et la possibilité d'un incendie, d'une explosion et de dommages à la propriété.	Dommages matériels/perte financière	5	1. Ouvrages civils conçus conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 2. Un dispositif d'arrêt d'urgence réduit la quantité de rejets.	B	Moyen	Aucune recommandation		
4. Inondation	1. On ne considère pas qu'il s'agisse d'un danger crédible.						Aucune recommandation		
5. Tsunamis et séismes	1. On ne considère pas qu'il s'agisse d'un danger crédible.						Aucune recommandation		

Noeud : 11. Noeud global, incluant la configuration et le choix d'un emplacement

Catégorie : 1. Dangers naturels et autres attribuables à l'environnement

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
6. Foudre	1. Possibilité d'une perte de courant Ce phénomène entraîne une perte de production et des dommages à l'équipement.	Dommages matériels/perte financière	3	1. Le système d'alimentation des installations sera conçu conformément à des normes tenant compte des conditions météorologiques. 2. Énergie d'alimentation redondante 3. Alimentation essentielle sur place afin de permettre un arrêt sécuritaire. 4. Système de protection contre la foudre	D	Moyen	34. Examiner les mesures d'atténuation additionnelles possibles en cas de foudre.	GNLQ et Hydro-Québec	
	2. Possibilité d'un incendie dans la colonne de ventilation et risque de blessures pour les employés	Travailleurs	2	1. La colonne de ventilation est envoyée dans un endroit sécuritaire. 2. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 3. Usine conçue conformément à la norme CZA-276	D	Faible	35. Envisager l'ajout de mesures permettant d'évacuer les colonnes de ventilation.	GNLQ	
7. Basse température ambiante	1. Possibilité de création d'un vide à l'intérieur de l'équipement de traitement ou dans la tuyauterie, ce qui aurait pour effet d'endommager l'équipement.	Dommages matériels/perte financière	3	1. Les réservoirs de stockage à basse pression sont dotés d'un système de protection contre le vide. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	C	Faible	Aucune recommandation		
	2. Possibilité de création d'un vide à l'intérieur de l'équipement de traitement ou dans la tuyauterie, ce qui entraînerait une infiltration d'air à l'intérieur du système. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Les réservoirs de stockage à basse pression sont dotés d'un système de protection contre le vide. 2. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie.	B	Faible	Aucune recommandation		

Noeud : 11. Noeud global, incluant la configuration et le choix d'un emplacement

Catégorie : 2. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Rejet accidentel important de vapeurs inflammables	1. Formation possible d'un nuage de vapeur, qui pourrait s'allumer, entraînant ainsi un incendie, une explosion et des blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. On ne trouve pas toujours des gens dans le secteur. 2. Usine conçue conformément à la norme CZA-276 3. Incendie et détection de gaz et arrêt d'urgence 4. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 5. Programme d'intégrité mécanique en place.	C	Moyen	Aucune recommandation		
	2. Formation possible d'un nuage de vapeur, qui pourrait s'allumer, entraînant ainsi un incendie et une explosion. Un tel rejet devra faire l'objet d'un rapport.	Environnement	3	1. Usine conçue conformément à la norme CZA-276 2. Système de détection d'incendie et de gaz en place et arrêt d'urgence, ce qui limitera la quantité de matière rejetée. 3. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 4. Programme d'intégrité mécanique en place.	C	Faible	Aucune recommandation		
2. Rejet accidentel important d'hydrocarbure ou de produits chimiques liquides	1. Contamination possible des eaux pluviales par des hydrocarbures ou des produits chimiques liquides	Environnement	5	1. Systèmes de confinement, incluant des bordures entraînant le liquide vers des tranchées et des carters. 2. Zones de stockage dotées d'un système de confinement secondaire. 3. Tuyauterie et équipement conçus et essayés conformément au code et aux normes en vigueur dans l'industrie. 4. Système « stormceptor »	B	Moyen	Aucune recommandation		
3. Fuite de vapeur dans un espace clos	1. Risque d'incendie, d'explosion et de blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Incendie et détection de gaz à l'intérieur de chaque secteur fermé 2. Ventilation conforme aux codes et aux normes	C	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 11. Noeud global, incluant la configuration et le choix d'un emplacement

Catégorie : 2. Risques du procédé

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
				3. Admission d'air à partir d'un endroit sécuritaire					
	2. Possibilité d'asphyxie	Travailleurs	4	1. Détection de gaz à l'intérieur de chaque secteur fermé 2. Ventilation conforme aux codes et aux normes 3. Admission d'air à partir d'un endroit sécuritaire	C	Moyen	Aucune recommandation		

Noeud : 11. Noeud global, incluant la configuration et le choix d'un emplacement

Catégorie : 3. Dangers d'origine humaine

Danger	Conséquence	Catégorie	S	Protection	Matrice des risques		Recommandations	Responsabilité	Commentaire
					L	RR			
1. Accès interdit au site	1. Possibilité de vandalisme entraînant des dommages à l'équipement.	Dommages matériels/perte financière	2	1. Clôtures de sécurité et système de détection d'intrusion d'usine	C	Faible	Aucune recommandation		
				2. Caméras de sécurité					
				3. Emplacement éloigné de l'usine					
				4. Personnel de sécurité sur place					
	2. Possibilité de vandalisme entraînant des blessures corporelles.	Travailleurs	3	1. Clôtures de sécurité et système de détection d'intrusion d'usine	B	Faible	Aucune recommandation		
				2. Caméras de sécurité					
				3. Emplacement éloigné de l'usine					
				4. Personnel de sécurité sur place					
	3. Possibilité de terrorisme entraînant des dommages à l'équipement.	Dommages matériels/perte financière	5	1. Clôtures de sécurité et système de détection d'intrusion d'usine	B	Moyen	Aucune recommandation		
				2. Caméras de sécurité					
				3. Emplacement éloigné de l'usine					
				4. Personnel de sécurité sur place					
	4. Possibilité de terrorisme entraînant des blessures corporelles.	Travailleurs	4	1. Clôtures de sécurité et système de détection d'intrusion d'usine	A	Faible	Aucune recommandation		
				2. Caméras de sécurité					
				3. Emplacement éloigné de l'usine					
				4. Personnel de sécurité sur place					

ANNEXE C

MATRICE D'ÉVALUATION DES RISQUES

Document confidentiel de Bechtel

© 2018 Bechtel Oil, Gas and Chemicals, Inc. (« BOGCI »). Tous droits réservés.

Ce document contient des renseignements confidentiels et exclusifs à BOGCI, ses sociétés affiliées, ses clients et ses fournisseurs dont l'utilisation, la reproduction ou la divulgation sont interdites sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de BOGCI.

Numéro de document de Bechtel : 26175-100-U4R-0T01-00001
Numéro de document de GNLQ : 5010-BCJV-000-RPT-9300-0003.01

Le 9 juillet 2018

QUEST

CATÉGORIE DE CONSÉQUENCE			CONSÉQUENCE / IMPACT					
Santé/Sécurité (Impact sur les employés) →			Premiers soins	Blessure grave – temporaire	Blessure grave – permanente	1-2 mortalités ou invalidités multiples	3 - 10 mortalités	> 10 mortalités
Santé/Sécurité (Impact sur la population) →			Aucun impact	Premiers soins	Blessure grave – temporaire	Blessure grave – permanente	1-2 mortalités ou invalidités multiples	> 3 mortalités
Environnement (Impact sur l'environnement) →			Aucun impact	Impact mineur, confiné, contrôlé	Impact court terme, confiné au site	Impact significatif mais confiné au site	Sévère – impact hors site; Médiatisé	Impact hors site à long terme; Très médiatisé
Dommage à la propriété/Pertes financières →			< \$ 100 000	\$100 000 à \$1 million	\$1 million à \$10 million	\$10 million à \$100 million	\$100 million à \$1 billion	> \$1 billion
PROBABILITÉ		Fréquence annuelle	(1) NÉGLIGEABLE	(2) MINEUR	(3) MOYEN	(4) MAJEUR	(5) SÉVÈRE	(6) CATASTROPHIQUE
(F) FRÉQUENT	Occurrence plusieurs fois durant la durée de vie de l'usine.	$\geq 10^{-1}$ à ≤ 1	Moyen IPLs =0	Modéré IPLs =1	Élevé IPLs =2	Élevé IPLs =3	Élevé IPLs =4	Pas acceptable
(E) OCCASIONEL	Occurrence une ou deux fois durant la durée de vie de l'usine.	$\geq 10^{-2}$ à $< 10^{-1}$	Bas IPLs =0	Moyen IPLs =0	Modéré IPLs =1	Élevé IPLs =2	Élevé IPLs =3	Élevé IPLs =4
(D) POSSIBLE	Occurrence potentielle une fois durant la durée de vie de dix usines similaires	$\geq 10^{-3}$ à $< 10^{-2}$	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Moyen IPLs =0	Modéré IPLs =1	Élevé IPLs =2	Élevé IPLs =3
(C) PEU PROBABLE	Événement s'est déjà produit, mais peu probable durant la durée de vie de dix usines similaires	$\geq 10^{-4}$ à $< 10^{-3}$	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Moyen IPLs =0	Modéré IPLs =1	Élevé IPLs =2
(B) TRÈS PEU PROBABLE	Événement similaire s'est déjà produit dans l'industrie.	$\geq 10^{-5}$ à $< 10^{-4}$	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Moyen IPLs =0	Modéré IPLs =1
(A) RARE	Événement ne s'est jamais produit.	$< 10^{-5}$	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Bas IPLs =0	Moyen IPLs =0

Note: Les numéros dans la matrice indiquent le nombre de IPL requis pour réduire le risque à un niveau acceptable.

13-3

***ÉVALUATION
QUANTITATIVE DE
RISQUES TERRESTRES***

ÉTUDE PRELIMINAIRE DES RISQUES QUANTITATIVE ET ANALYSE DES CONSEQUENCES POUR LE PROJET DE GNL ÉNERGIE SAGUENAY



Préparé par :



QUEST
Consultants Inc.

908 26th Avenue NW
Norman, OK 73069
www.questconsult.com

26175-QRA01-RévF0
11 juillet 2018

Préparé par :



Bechtel Oil, Gas, and Chemical

3000 Post Oak Boulevard
Houston, TX 77051
&



2000 West Sam Houston Parkway South,
Suite 750
Houston, TX 77042

Numéro de document Bechtel:
26175-100-U7R-0T01-00001
Numéro de document GNLQ :
5010-BCJV-000-RPT-9300-0005.01

À noter que la version originale du présent document est en anglais. En cas de divergence ou d'ambiguïté entre la traduction en français et le document original en anglais, la version originale en anglais prévaudra et constituera la version officielle et définitive dudit document.

Sommaire de gestion

GNL Québec (GNLQ) s'affaire à développer un terminal d'exportation de gaz naturel liquéfié (GNL) à faibles émissions de carbone et qui deviendra la référence dans l'industrie, à Saguenay, Québec. Les installations prévues, désignées ci-après comme les installations de gaz naturel liquéfié (GNL) d'Énergie Saguenay (GNLES), sont similaires à d'autres installations de liquéfaction et d'exportation de GNL existantes dans le monde. Bechtel Oil, Gas and Chemical (Bechtel) et Chiyoda International, au nom de GNLQ, ont retenu les services de Quest Consultants Inc.® (Quest) pour la prestation d'une analyse préliminaire quantitative de risque (AQR) pour le projet prévu de GNLES.

Le but de l'étude était de quantifier le niveau de risque pour le public associé à de potentielles fuites de matières dangereuses des installations prévues de GNL. L'étude a comporté quatre grands volets :

- une identification des dangers et une définition des cas de défaillance; □
- une analyse des probabilités; □
- une analyse des conséquences; et □
- le développement de mesures de risque. □

Ces volets ont ensuite été suivis d'une évaluation de risques.

Bien qu'elle ne soit pas nécessairement destinée à s'appliquer comme une validation du choix de localisation des installations de GNL, cette AQR satisfait les exigences de l'analyse quantitative de risque (AQR) stipulées dans l'alinéa 14 (Évaluation de risque pour les usines de GNL) de l'Association canadienne de normalisation (CSA) Z276-18, *Gaz naturel liquéfié (GNL) – Production, stockage et manutention*, une des principales normes de design retenues pour les installations de GNLES.

L'AQR a été développée à l'aide du logiciel propriété de Quest, soit **CANARY** by Quest®, pour l'analyse des conséquences, de données reconnues internationalement pour les fréquences de fuites accidentelles, de données météorologiques spécifiques à l'emplacement et de données issues du design préliminaire des installations fournies par Bechtel. L'évaluation de risques qui s'en est suivie a conclu que: □

- un niveau de risque de mortalité d'un sur un million par année n'est associé à aucune zone à l'extérieur des limites du terrain (sauf pour les zones au-dessus de la rivière Saguenay dans le voisinage des postes de mouillage) ;
- certaines zones à proximité des postes de mouillage des méthaniers sont exposées à des niveaux de risque de mortalité annuels au-delà d'un sur 100 000 par année, mais ces zones sont confinées à une zone approximativement égale à la longueur d'un méthanier, que ce soit sur la rivière ou sur le terrain de l'usine ;
- le risque associé aux installations d'exportation de GNL d'Énergie Saguenay, tel que calculé dans cette étude, respecte les critères de risque établis dans l'alinéa 14.3.4.3 de la norme CSA Z276-18.

ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE QUANTITATIVE DE RISQUE ET D'ANALYSE DE CONSÉQUENCES POUR LE PROJET DE GNL D'ÉNERGIE SAGUENAY

Table des matières

		<u>Page</u>
1.0	INTRODUCTION	1
1.1	1.1 Identification des dangers	2
1.2	1.2 Définition de cas de défaillance	2
1.3	1.3 Définition de fréquence de défaillance	2
1.4	1.4 Analyse de zones de dangers	3
1.5	1.5 Quantification des risques pour le public/industriels	3
1.6	1.6 Évaluation des risques	3
1.7	1.7 Exigences en matière d'analyse de risques de la norme CSA Z276	4
2.0	DESCRIPTION DU PROJET	5
2.1	2.1 Description de la zone du projet	5
2.2	2.2 Description du processus	5
2.3	2.3 Données météorologiques	5
3.0	DANGERS POTENTIELS	9
3.1	3.1 Identification des dangers	9
3.1.1	3.1.1 Dangers potentiels	9
3.1.2	3.1.2 Scénarios de cas de défaillance	9
3.2	3.2 Modèles d'analyse des conséquences	10
3.3	3.3 Introduction aux effets physiologiques des feux et explosions	13
3.3.1	3.3.1 Effets physiologiques de l'exposition aux feux éclairs	14
3.3.2	3.3.2 Radiation thermique de feux continus	14
3.3.3	3.3.3 Effets physiologiques des surpressions	15
3.4	3.4 Arbres d'événements pour des fuites	17
3.5	3.5 Distances maximales de danger	17
3.6	3.6 Analyse d'une fuite de GNL	17
3.6.1	3.6.1 Dangers de feux éclairs suite à une fuite de GNL dilaté à la conduite au niveau de la tête de décélération (Rundown Header Line)	18
3.6.2	3.6.2 Dangers de la radiation d'un feu de chalumeau et de nappe suite à une fuite de GNL dilaté au niveau de la conduite à la tête de décélération (Rundown Header Line)	19
4.0	RÉSULTATS DU RISQUE	30
4.1	4.1 Présentation du risque	30
4.1.1	4.1.1 Terminologie du risque	30
4.1.2	4.1.2 Contours de risque individuel à un endroit précis (RIEP)	31
4.2	4.2 Résultats de l'étude	31
4.3	4.3 Critères d'acceptabilité du risque	32
4.4	4.4 Une approche conservatrice intégrée à même l'étude d'analyse du risque	35
4.5	4.5 Évaluation du risque	35
4.5.1	4.5.1 Acceptabilité du risque	35

4.5.2	Les facteurs contribuant le plus au risque.....	36
4.5.3	Évaluation des éléments critiques en matière de sécurité.....	36
4.5.4	Évaluation du risque ALARP.....	37
4.5.5	Recommandations.....	37
5.0	CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE.....	38
6.0	RÉFÉRENCES	39
ANNEXE A	DOCUMENT DE BASE DE L'ÉTUDE.....	A-1
ANNEXE B	DESCRIPTIONS DES MODÈLES DE CONSÉQUENCES.....	B-1
ANNEXE C	MÉTHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DU RISQUE.....	C-1
ANNEXE D	DISTANCES MAXIMALES DE DANGER.....	D-1

1.0 INTRODUCTION

GNL Québec (GNLQ) s'affaire à développer un terminal d'exportation de gaz naturel liquéfié (GNL) à faibles émissions de carbone et qui deviendra la référence dans l'industrie, à Saguenay, Québec. Les installations prévues, désignées ci-après comme les installations de gaz naturel liquéfié (GNL) d'Énergie Saguenay (GNLES), sont similaires à d'autres installations de liquéfaction et d'exportation de GNL existantes dans le monde.

Bechtel Oil, Gas and Chemical (Bechtel) et Chiyoda International, au nom de GNLQ ont retenu les services de Quest Consultants Inc.® (Quest) pour investiguer les dangers potentiels et les enjeux associés au choix de localisation du projet prévu de GNLES dans le cadre d'une analyse fondée sur le risque. Étant donné la nature préliminaire du design pour ce projet, l'analyse peut être décrite comme une analyse préliminaire quantitative de risque (AQR).

Le but de l'étude était de quantifier le niveau de risque pour le public associé à de potentielles fuites de matières dangereuses des installations prévues de GNL. L'étude a comporté quatre grands volets :

- Volet 1. Déterminer les fuites potentielles pouvant entraîner des conditions dangereuses à l'extérieur des limites des installations.
- Volet 2. Pour chaque fuite potentielle identifiée dans le 1^{er} Volet, établir la probabilité annuelle de la fuite.
- Volet 3. Pour chaque fuite potentielle identifiée dans le 1^{er} Volet, déterminer les zones potentielles de danger mortel.
- Volet 4. En utilisant une méthodologie uniforme et reconnue, combiner les probabilités du 2^e Volet avec les conséquences potentielles des fuites du 3^e Volet pour en arriver à une mesure du risque potentiel posé par les installations.

Bien qu'elle ne soit pas nécessairement destinée à s'appliquer comme une validation du choix de localisation des installations de GNL, cette AQR satisfait les exigences de l'analyse quantitative de risque (AQR) stipulées dans l'alinéa 14 (Évaluation de risque pour les usines de GNL) de l'Association canadienne de normalisation (CSA) Z276-18, *Gaz naturel liquéfié (GNL) – Production, stockage et maintenance*, une des principales normes de design retenues pour les installations de GNLES. La norme Z276 [CSA, 2018] définit les exigences associées à la localisation, au design, à la construction, à la protection contre les incendies et à la sécurité pour les installations de GNL au Canada et dans d'autres endroits où la norme a été adoptée. La norme est publiée par l'Association de normalisation canadienne (*Canadian Standards Association (CSA)*), située à Mississauga, Ontario, Canada. L'alinéa 14, Section 14.3 (localisation d'usine de GNL en se servant d'une AQR) recommande une méthodologie pour réaliser une AQR afin d'évaluer la localisation et l'aménagement d'installations de GNL en remplacement des exigences de l'alinéa 5 de la norme Z276.

Les sections suivantes expliquent le processus général suivi dans une étude d'ARQ. La Section 1.7 consiste en une discussion des divergences entre la méthodologie pour cette APQR et les exigences énoncées dans la norme CSA Z276.

1.1 Identification des dangers

Les dangers potentiels associés aux installations de GNL sont les mêmes que ceux d'installations similaires dans le monde, et sont fonction des matières traitées, des systèmes de traitement, des procédures utilisées pour exploiter et entretenir les installations, et des systèmes prévus en matière de détection et d'atténuation des dangers. Les dangers qui peuvent exister sont identifiés par les caractéristiques physiques et chimiques des matières qui y sont manipulées et des conditions des processus. Pour les installations considérées dans cette étude, les dangers les plus courants sont :

- les feux de chalumeau,
- les feux de nappe,
- les feux éclairs,
- les nuages de gaz toxiques et
- les explosions de nuages de vapeur.

L'étape d'identification des dangers est discutée dans la Section 3.

1.2 Définition de cas de défaillance

Les sources de fuites potentielles de liquides dangereux sont déterminées en fonction d'une combinaison de l'historique de fuites d'installations similaires et de renseignements spécifiques à ces installations, incluant des rapports précédents, des données sur des accidents, et une analyse d'ingénierie par des ingénieurs en systèmes de sécurité.

Cette étape de l'analyse définit les diverses sources de fuites et les conditions des fuites pour chaque cas de défaillance. Les conditions des fuites incluent :

- la composition, la température et la pression des liquides;
- le débit et la durée des défaillances;
- la localisation et l'orientation des fuites ; et
- le type de surface sur lesquelles les fuites de liquides (le cas échéant) s'étendent.

La définition de cas de défaillance est discutée en plus de détails dans la Section 3.

1.3 Définition de fréquence de défaillance

La fréquence à laquelle une défaillance donnée est prévue survenir peut être estimée à l'aide d'une combinaison :

- de l'expérience historique;
- de données sur les taux de défaillance avec des types d'équipements similaires ;
- de facteurs de service;
- de jugements fondés sur l'ingénierie.

Pour les défaillances d'une seule composante (p. ex. une rupture de conduite), la fréquence de défaillance peut être déterminée à partir de bases de données de taux de défaillances industrielles.

Pour les défaillances de plusieurs composantes (p. ex. une défaillance d'un système automatisé de prévention d'une fuite non contrôlée d'une conduite de transfert de cargo), des techniques d'analyse d'arbres de défaillance (AAD) pourront être utilisées. Les taux de défaillance d'une seule composante utilisés pour construire des arbres de défaillances sont obtenus dans des bases de données de taux de défaillances industrielles.

Les fréquences des défaillances et les références de bases de données sont incluses dans l'Annexe A.

1.4 Analyse de zones de dangers

Les conditions des fuites (p. ex. la pression, la composition, la température, la dimension de la brèche, l'inventaire, etc.) à partir des définitions de cas de défaillance sont ensuite traitées en utilisant la meilleure technologie de quantification de dangers disponible, afin de produire un ensemble de zones de dangers pour chaque cas de défaillance. La trousse d'analyse de dangers du logiciel CANARY by Quest[®] est utilisée afin de produire des profils pour tous les dangers associés à chaque cas de défaillance. Les modèles utilisés tiennent compte :

- des conditions des fuites;
- des conditions météorologiques ambiantes (vitesse des vents, température et humidité de l'air, stabilité atmosphérique) ;
- des effets du terrain local (digues, végétation) ; et
- de la thermodynamique des mélanges.

L'analyse des zones de dangers est décrite en plus de détails dans la Section 3 et l'Annexe C.

1.5 Quantification des risques pour le public/industriels

La méthodologie utilisée dans cette étude a servi avec succès dans plusieurs études d'AQR qui ont été revues par des autorités réglementaires dans plusieurs pays à travers le monde. Cette méthodologie est décrite dans l'Annexe C.

Le résultat de l'analyse consiste en une prédiction du risque potentiel que posent les installations de gaz naturel (dont le GNL), les réfrigérants inflammables et les liquides du gaz naturel (LGN). Le risque peut s'exprimer de diverses façons (p. ex. les contours de risques, le risque individuel moyen, le risque sociétal, etc.). Pour cette analyse, l'emphase a été mise sur la prédiction des contours de risques.

1.6 Évaluation des risques

Les indicateurs de risques permettent aux décisionnaires (ainsi les directeurs de la gestion du risque des sociétés et les autorités réglementaires) d'évaluer les risques associés aux installations. Les contours de risques pour les installations peuvent être comparés aux normes de risques développées par plusieurs agences internationales.

Les résultats de l'analyse de risques et les conclusions tirées de cette étude sont présentés dans la Section 4.

1.7 Exigences en matière d'analyse de risques de la norme CSA Z276

En général, la méthodologie décrite ci-dessus donne lieu à une analyse conforme aux exigences de l'alinéa 14 de la norme CSA Z276. Toutefois, il existe des éléments pour lesquels cette APQR n'a pas respecté l'alinéa 14, et ce, principalement parce qu'il s'agissait d'une évaluation préliminaire et que la portée de l'étude n'incluait pas tous les éléments présentés dans l'alinéa 14. Certaines des exceptions les plus notables sont :

- l'AQR n'a porté que sur le risque potentiel pour les personnes à l'extérieur du site. L'alinéa 14 de la norme CSA Z276 nécessite une évaluation du risque pour le personnel de l'usine de même qu'une évaluation de la possibilité d'une défaillance des fonctions de sécurité ;
- certains des détails exigés par l'alinéa 14 (qui devront être inclus dans le rapport d'AQR) ne sont pas fournis dans ce rapport, étant donné la nature préliminaire de l'étude et les hypothèses retenues pour l'analyse. Parmi ces exemples figurent les emplacements des fuites, des détails de la modélisation comme les débits de fuite et l'évaluation des systèmes d'atténuation du risque ;
- aucune analyse de sensibilité effectuée dans le cadre de ce mandat;
- aucune évaluation d'atténuations de risque n'a été incluse.

Les éléments des exigences de l'alinéa 14 qui n'ont pas été considérés dans cette étude seront pris en compte dans des analyses futures, une fois que le design aura évolué au-delà de son état préliminaire et que l'information requise pour compléter ces éléments sera disponible.

2.0 DESCRIPTION DU PROJET

2.1 Description de la zone du projet

L'emplacement proposé pour les installations de liquéfaction, de stockage et d'exportation de GNL d'Énergie Saguenay est situé approximativement à 8 kilomètres au nord-est de La Baie et 18 kilomètres à l'est de Saguenay dans la province de Québec, Canada. L'emplacement est situé sur la rive sud de la rivière Saguenay. Les installations d'exportation de GNL d'Énergie Saguenay sont situées à une hauteur approximative de 170 mètres au-dessus du niveau de la rivière sauf pour le poste de chargement situé au niveau de la berge. L'aménagement du site est présenté sommairement dans la Figure 2-1.

2.2 Description du processus

Énergie Saguenay recevra le gaz naturel par pipeline, éliminera les impuretés du gaz, liquéfiera le gaz sec propre, stockera le GNL ainsi produit dans des réservoirs de stockage et chargera le GNL dans des méthaniers à des fins d'exportation. Telles qu'évaluées dans cette analyse, les installations comprendront deux trains de liquéfaction, chacun d'une capacité nominale de 5,25 millions tonnes métriques par année (tmpa). Les trains emploieront un système à double mélange de réfrigérant pour la liquéfaction du gaz, aidé en cela par un système de pré refroidissement au propane, afin de refroidir et liquéfier le gaz dans le principal échangeur de chaleur cryogénique (PECC). Le GNL sera stocké dans deux ou trois réservoirs de stockage à confinement total de 180 000 à 200 000 m³. Le GNL quittera les installations à bord de méthaniers conçus à cet effet.

Les éléments des installations couverts par l'AQR incluent les suivants :

- entrée du pipeline gazier, récepteur et compteur;
- entrée du purificateur de gaz (élimine le dioxyde de carbone, le mercure et l'eau) ;
- système de pré refroidissement au propane ;
- système à double mélange de réfrigérant pour la liquéfaction (liquéfie le gaz naturel propre) ;
- stockage de GNL et chargeur de GNL à bord du méthanier ;
- extraction et stabilisation du condensat;
- stockage du condensat et chargement (à bord de camions) ;
- stockage d'éthylène et de réfrigérant au propane.

La portée de l'AQR commence là où l'entrée du pipeline gazier s'approche des installations (sur le terrain de l'usine) et prend fin au point où des bras de chargement le connectent au méthanier. Les déplacements et le mouillage du méthanier ainsi que tout type de fuite du méthanier n'ont pas été inclus dans l'AQR. L'AQR est donc basée sur le schéma présenté dans la Figure 2-1.

2.3 Données météorologiques

Une rose des vents comportant des données météorologiques sur la vitesse et la direction des vents pour la région de Saguenay, Québec a été obtenue des *U.S. National Centers for Environmental Information* (NCEI) [NCEI, 2018]. Une distribution moyenne de catégories de stabilité

atmosphérique Pasquill-Gifford a été appliquée à ces données météorologiques. Un résumé des données météorologiques utilisées dans cette étude est présenté dans la Figure 2-2 en tant que données annuelles de la rose des vents pour toutes les catégories de stabilité atmosphérique. La longueur et la largeur de tout bras de la rose définit la fréquence et la vitesse du vent à partir de la direction pointée par le bras. Une observation de la Figure 2-2 nous permet de conclure que les vents les plus courants proviennent de l'ouest et de l'est. Étant donné que les données météorologiques ont été développées à partir des données annuelles (sur plusieurs années), des changements saisonniers dans la force des vents, leur direction, etc., sont déjà reflétés dans la rose des vents.

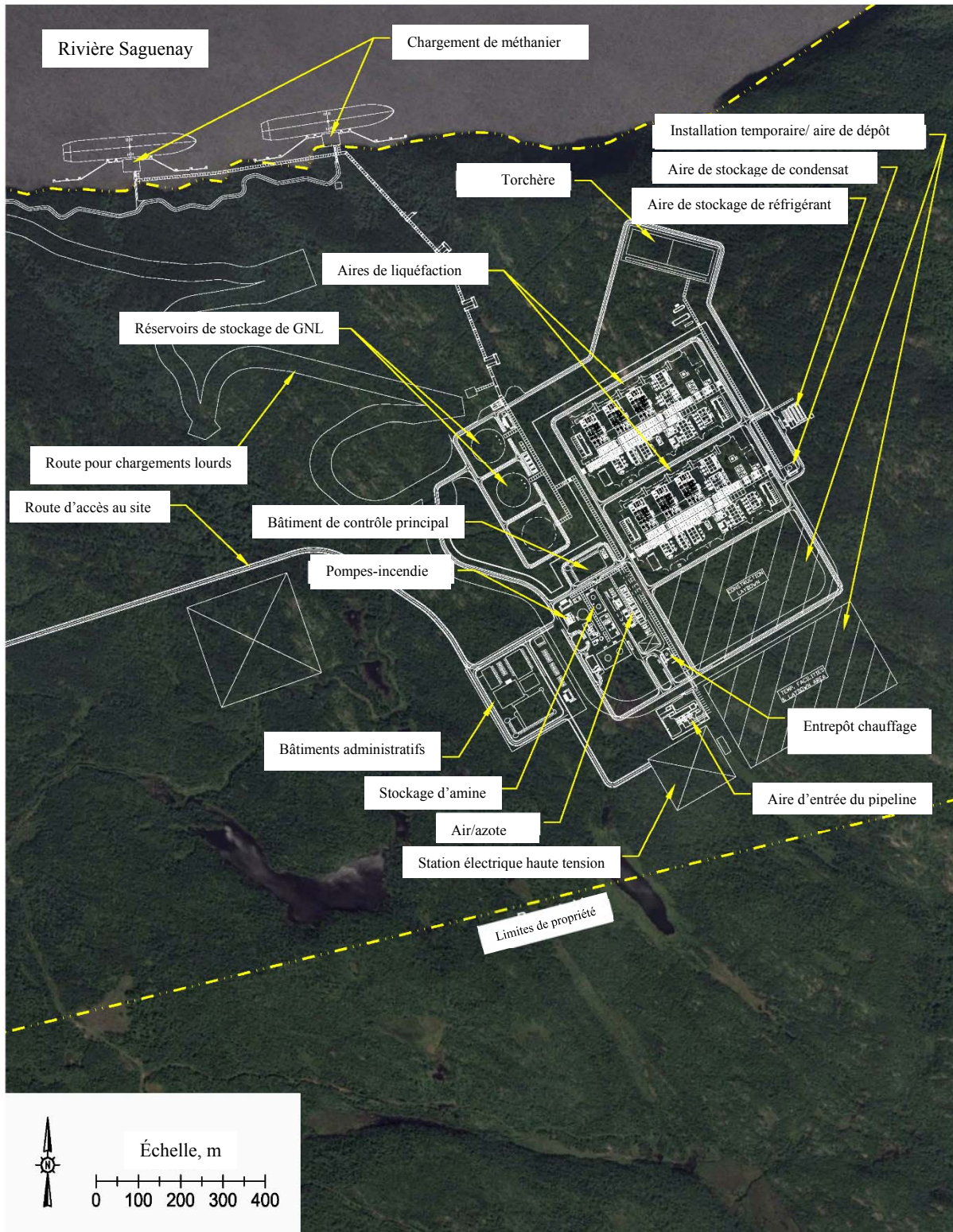


Figure 2-1
Aménagement des installations d'exportation de GNL d'Énergie Saguenay

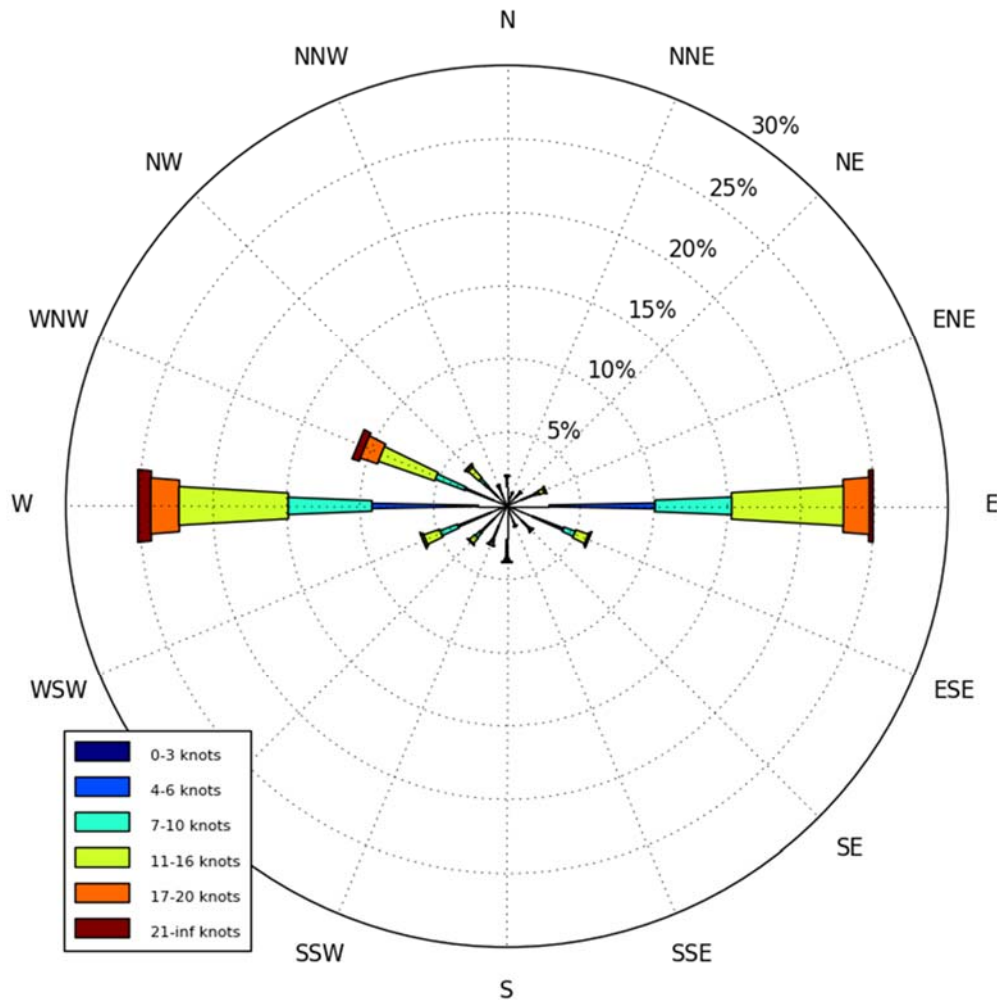


Figure 2-2
Données de rose des vents pour toutes les catégories de stabilité de la région de Saguenay,
Québec
[Données de la station météo de l'aéroport de Bagotville]

Les données ont été divisées en six catégories de vitesses de vent, seize directions de vent et six catégories de stabilité atmosphérique (définies comme étant de A à F). Bien que toutes ces combinaisons ne soient pas possibles, cette plage de données permet de déterminer des différences dans les zones de dangers en conséquence des conditions atmosphériques intégrées dans l'analyse.

La température annuelle moyenne du site est de 3,8 °C et l'humidité relative moyenne de 74 %. Ces valeurs ont été obtenues du NCEI [NCEI, 2018] et appliquées à cette analyse.

3.0 DANGERS POTENTIELS

3.1 Identification des dangers

Le personnel de Quest a passé en revue l'information associée à Énergie Saguenay. En se servant de cette information, d'une revue des accidents survenus dans l'industrie des GNL à l'échelle mondiale, de nos connaissances, de notre expérience avec des installations similaires et des bonnes pratiques en matière d'ingénierie, nous avons déterminé les types d'événements dangereux susceptibles de survenir.

3.1.1 Dangers potentiels

Suite au choix d'une vaste gamme de cas de défaillance représentatifs, l'APQR a impliqué l'évaluation de milliers d'événements dangereux potentiels. Chaque fuite potentielle peut entraîner un ou plusieurs des dangers suivants :

- combustion immédiate de fuites de matières résultant en un feu de chalumeau ;
- combustion immédiate de fuites de matières résultant en un feu de nappe;
- combustion retardée de fuites de matières résultant en un feu éclair;
- combustion retardée de fuites de matières résultant en une explosion de nuages de vapeur (ENV) ;
- combustion retardée de fuites de matières résultant en un feu de chalumeau;
- combustion retardée de fuites de matières résultant en un feu de nappe;

Il n'existe que deux possibilités mineures d'exposition toxique aiguë à la suite de fuites à ces installations ; aucun calcul d'impact toxique n'a donc été inclus dans cette APQR. De plus, l'exposition à un radiation thermique à la suite d'une boule de feu lors d'une explosion de vapeur en expansion de liquide en ébullition (BLEVE) n'a pas été incluse dans cette analyse. Ce scénario pourrait évoluer pour les camions citernes ou les réservoirs de stockage pressurisés, mais étant donné les mesures d'atténuation prévues pour les installations de GNLES, les BLEVE devraient être des événements rares. Par conséquent, ces deux dangers n'ont pas été inclus dans cette APQR.

3.1.2 Scénarios de cas de défaillance

Les scénarios de cas de défaillance pour cette analyse ont été choisis dans le but de représenter les dangers potentiels pour chaque partie des installations. Les principaux critères de différenciation des cas de défaillance ont été les changements dans les pressions d'exploitation, les températures d'exploitation, la composition, la phase des matières ou les paramètres des systèmes (ainsi le volume disponible pouvant être émis) qui feraient en sorte qu'un cas de défaillance serait différent d'un autre. Étant donné la nature préliminaire de cette étude, moins de scénarios de cas de défaillance ont été choisis que ce qui se ferait normalement pour un design complet d'installations.

Les scénarios de cas de défaillance avec des paramètres pré fuite sont présentés dans le Tableau 3-1.

3.2 Modèles d'analyse des conséquences

Quest utilise son propre logiciel, CANARY by Quest[®], pour la plupart des modélisations de conséquences.

Chaque scénario de fuite choisi a été évalué afin de déterminer l'étendue et la localisation des nuages de vapeur inflammable, la radiation de feux de chalumeau et de nappe, ainsi que l'importance des surpressions à la suite d'une explosion de nuages de vapeur.

Tableau 3-1
Conditions des scénarios de cas de défaillance

Nom du cas	Description	Diamètre nominal de la conduite [pouces]	Conditions de système pré-émanation		
			Pression [kPa]	Temp. [°C]	Débit [kg/h]
NGA00	Pipeline enfoui du gaz d'alimentation	42	6 998	10,0	1 298 174
NGA01	Gaz d'alimentation du pipeline	42	5 615	10,0	1 298 174
NGA02	Entrée du gaz d'alimentation au prétraitement	30	4 857	21,0	684 983
NGA03	Déshydratation du gaz d'alimentation	30	4 720	20,0	684 076
NGA04	Gaz sec à l'élimination des matières lourdes	30	4 490	-73,6	637 085
NGA05	Gaz d'alimentation après l'élimination de matières lourdes	30	4 100	-78,1	635 526
NGA06	Gaz d'alimentation au surpresseur	30	4 110	19,0	635 299
NGA07	Gaz d'alimentation au pré refroidissement	30	7 600	25,0	635 299
NGA08	Gaz d'alimentation au PECC	30	7 330	-35,8	636 541
LNG01	GNL produit à la turbine hydraulique	20	5 830	-162,0	636 541
LNG02	GNL dilaté au collecteur (<i>Rundown Header</i>)	24	550	-163,0	636 541
LNG03	Collecteur GNL (<i>Rundown Header</i>)	36	550	-163,0	1 273 082
LNG05	Pompage de GNL depuis un seul réservoir de stockage	30	200	-160,0	2 584 775
LNG06	Conduite de sortie du GNL	36	200	-160,0	5 169 528
LNG07	Défaillance du bras de chargement du GNL	16	400	-160,0	0
LNG08	Bras de chargement de GNL – Défaillance de la sortie électrostatique	16	400	-160,0	1 723 183
PRE01	Vapeurs de propane à la compression	64	268	-17,3	1 055 678
PRE02	Vapeur de propane à HP	42	660	11,4	249 685
PRE03	Sortie du compresseur du réfrigérant de propane	60	1 183	33,8	1 871 946
PRE04	Accumulateur de réfrigérant de propane	36	1 183	32,0	1 871 942
PRE05	Propane aux refroidisseurs	36	1 083	17,0	1 871 942
PRE06	Alimentation de propane aux refroidisseurs de propane	36	268	-17,6	1 326 607
MRE01	Liquide séparateur de MR à HP	24	5 770	-36,1	1 056 496
MRE02	Vapeur séparatrice de MR à HP	30	5 770	-36,1	541 505
MRE03	Vapeur de MR du PECC	72	465,7	-45,5	1 598 000
MRE04	1 ^{er} stade de sortie de compression de MR	64	1 780	25,0	1 598 000

Nom du cas	Description	Diamètre nominal de la conduite [pouces]	Conditions de système pré-émanation		
			Pression [kPa]	Temp. [°C]	Débit [kg/h]
MRE06	MR comprimé aux réfrigérants de propane	52	5 940	25,0	1 598 000
CND01	Liquides séparateurs de froid	2	4 490	-73,6	659
CND02	Liquides expandeurs séparateurs	6	4 100	-78,1	6 243
CND03	Conduite de fonds de décapage d'éthane	8	1 341	66,5	1 545
CND05	Liquide de baril de reflux de stabilisateur de condensat	4	1 072	25,0	4 967
CND06	Fonds stabilisateurs de condensat	4	1 107	154,0	304
CND07	Condensat refroidi au stockage	4	1 102	25,0	304
CND08	Réservoir de stockage de condensat	4	102	25,0	0
CND09	Chargement de condensat sur un camion	4	655	25,0	29 743
ETH01	Cuve de stockage d'éthylène	4	413	-78,3	0
ETH02	Déchargement de camion d'éthylène	4	413	-78,3	15 133
ETH03	Composition d'éthylène à la liquéfaction	4	5 000	10,0	74
PRO01	Cuve de stockage de propane	6	1 000	3,0	0
PRO02	Déchargement du camion de propane	6	1 000	3,0	23 198
PRO03	Composition de propane à la liquéfaction	6	1 000	3,0	28 459

Légende:

PECC: principal échangeur de chaleur cryogénique

MR : mélange de réfrigérant

HP : haute pression

Lors de la réalisation d'études d'analyse de conséquences spécifiques à un site en particulier, la capacité à modéliser précisément une fuite, la dilution et la dispersion de gaz et d'aérosols serait importante pour en arriver à une évaluation précise de l'exposition potentielle. C'est pourquoi Quest utilise une trousse de modélisation, CANARY by Quest[®], laquelle comprend un ensemble de modèles complexes qui calculent les conditions de fuite, la dilution initiale de la vapeur (selon les caractéristiques de la fuite), et la dispersion subséquente de la vapeur introduite dans l'atmosphère. Les modèles comportent des algorithmes qui tiennent compte de facteurs thermodynamiques, du comportement des mélanges, des taux de fuite transitoires, de la densité du nuage de gaz comparativement à l'air, de la vitesse initiale du gaz libéré, et des effets des transferts de chaleur de l'atmosphère et du substrat voisins. Les modèles de fuite et de dispersion dans la trousse Quest FOCUS (le prédécesseur de CANARY) ont été revus dans une étude commanditée par la *United States Environmental Protection Agency* (EPA) [TRC, 1991] et une étude de l'*American Petroleum Institute* (API) [Hanna, Strimaitis et Chang, 1991]. Dans les deux études, le logiciel QuestFOCUS a été évalué quant à ses mérites techniques (convenance des modèles à des applications spécifiques) et les prédictions du modèle pour des fuites spécifiques. Une conclusion

tirée par les deux études était à l'effet que le logiciel de dispersion tendait à surestimer la distance parcourue par un nuage de gaz, résultant ainsi en un nuage trop grand lorsque comparé aux données de l'essai (c.-à-d. une approche conservatrice).

Une étude préparée pour le *Minerals Management Service* (MMS) [Chang, et al., 1998] a revu les modèles utilisés pour la modélisation de fuites courantes et accidentelles de gaz inflammables et toxiques. Le MMS recommande d'utiliser CANARY pour l'évaluation de fuites de gaz toxiques et inflammables. Les modèles spécifiques (p. ex. SLAB) compris dans la trousse de logiciel CANARY ont aussi été revus de façon exhaustive.

CANARY comprend aussi un modèle pour la radiation thermique de feux de chalumeau. Ce modèle tient compte de la composition de la matière en cause, de la hauteur ciblée relative à la flamme, de la distance ciblée à partir de la flamme, de l'atténuation atmosphérique (incluant l'humidité), de la vitesse des vents, et de la température atmosphérique. Le modèle est fondé sur de l'information dans le domaine public (littérature publiée) et a été validé au moyen de données empiriques. Des renseignements additionnels sur les modèles de conséquences de CANARY sont présentés dans l'Annexe B.

Quest a également conçu et publié un modèle d'explosion appelé QMEFS (*Quest model for estimation of flame speeds*) [Marx et Ishii, 2017] afin de modéliser les explosions de nuages de vapeur dans des espaces confinés et congestionnés. Ce modèle est aussi inclus dans la trousse de modélisation de conséquences de CANARY.

3.3 Introduction aux effets physiologiques des feux et explosions

Cette AQR réalisée sur le projet d'Énergie Saguenay a impliqué l'évaluation de milliers de fuites uniques de matières potentiellement dangereuses. Chaque fuite potentielle peut entraîner un ou plusieurs des dangers énumérés précédemment. Une mesure commune des conséquences devra être définie afin de comparer les risques associés avec chaque type de danger. Dans les études d'analyse de risque, une mesure commune pour de tels dangers est leur impact sur les humains. Pour chacun des dangers d'incendie et d'explosion énumérés, il existe des données qui définissent les effets de ces dangers sur les humains.

Par exemple, lorsqu'on compare un danger de radiation thermique d'un incendie à un danger d'explosion, l'envergure de l'impact du danger sur les humains doit être défini de manière identique. En effet, il ne serait pas significatif de comparer l'exposition humaine à des surpressions non létales (p. ex. de faibles surpressions qui brisent des fenêtres) à des expositions humaines à une radiation thermique létal (p. ex. 37,5 kW/m² pendant cinq secondes).

Dans cette étude, le risque est défini comme étant l'exposition potentielle d'humains à des dangers létaux (ainsi à la chaleur radiante ou la surpression d'une explosion) qui peuvent survenir à la suite d'accidents dont l'origine est dans les installations. Les niveaux d'exposition létal pour les divers dangers sont discutés dans les sections suivantes et des renseignements additionnels sur chacun d'entre eux sont présentés dans l'Annexe A.

3.3.1 Effets physiologiques de l'exposition aux feux éclairs

Les effets physiologiques d'un incendie sur les humains dépendent de la vitesse de transfert de la chaleur de l'incendie à la personne et de la période d'exposition de la personne à l'incendie. Même une exposition à court terme à des niveaux de chaleur élevés pourrait s'avérer létale.

Advenant un feu éclair (combustion d'un nuage de vapeur inflammable), les personnes se trouvant dans un nuage de vapeur inflammable (défini par la limite inférieure d'inflammabilité ou LII) au moment de la combustion, sont susceptibles d'être exposées à des flammes et à des niveaux de radiation élevés à court terme. Les personnes se trouvant à l'extérieur d'un nuage inflammable au moment de la combustion sont exposées à des niveaux de flux de chaleur bien moins élevés. Si une personne était assez éloignée de la périphérie du nuage de vapeur, le flux de chaleur produit à la suite de la combustion serait incapable de causer des blessures. Les personnes plus près du nuage, mais sans s'y trouver, seront en mesure d'agir afin de se protéger (p. ex. en s'éloignant au fur et à mesure que les flammes s'approchent d'elles ou en se mettant à l'abri dans des structures ou derrière des objets solides). À la lumière de ces principes, cette analyse a été réalisée en fonction des critères suivants (voir l'Annexe A pour plus d'information) :

- 100 % de mortalité pour les personnes à l'extérieur et se trouvant dans un nuage de vapeur inflammable (tel que défini par la LII) ;
- 0 % de mortalité pour les personnes à l'extérieur et ne se trouvant pas dans un nuage de vapeur inflammable.

L'exposition à un feu éclair (pour les personnes à l'extérieur) présume qu'aucune action protectrice n'est prise par les personnes potentiellement exposée à ce danger. Advenant l'existence d'un important nuage de vapeur inflammable, les personnes pourraient disposer d'un délai nécessaire pour s'éloigner de la partie inflammable du nuage ou de trouver d'autres façons de se mettre à l'abri et de se protéger, et ainsi d'éviter de se trouver au milieu d'un feu éclair. Toutefois, plusieurs nuages inflammables pourraient se former dans quelques secondes seulement et les limites de l'inflammabilité ne sont pas facilement observables visuellement. Par conséquent, il a été présumé qu'on ne pouvait s'échapper lorsqu'on se trouvait dans un nuage inflammable.

3.3.2 Radiation thermique de feux continus

Advenant un incendie continu à la suite d'une fuite d'un liquide inflammable, les niveaux de radiation thermique nécessaires pour causer des blessures mortelles à une personne sont définis en fonction de la période d'exposition. Cet exercice est normalement réalisé en utilisant des équations de probits, établies en fonction de données expérimentales dose-réponse.

Des études commanditées par la *U.S. Coast Guard* [Tsao et Perry, 1979] ont établi une relation fondée sur la période d'exposition, la radiation thermique et les taux de mortalité. Le Tableau 3-2 présente les résultats des probits pour une période d'exposition de 30 secondes applicable à des feux de chalumeau. Une exposition de 30 secondes est considérée comme conservatrice (c.-à-d. trop longue) étant donné que les personnes exposées à des dangers radiants en connaissent les risques et, en très peu de temps, peuvent se déplacer dans un endroit plus sûr ou se mettre à l'abri.

Tableau 3-2
Points limites de mortalité reliées à la radiation d'un incendie
sur les populations à l'extérieur

Danger	Points limites de mortalité
Radiation thermique d'un feu de chalumeau en présumant d'une période d'exposition de 30 secondes	1 % de mortalité – 7,28 kW/m ² 50 % de mortalité – 14,4 kW/m ² 99 % de mortalité – 28,4 kW/m ²

3.3.3 Effets physiologiques des surpressions

Les conséquences dommageables d'une surpression sur un édifice varieront selon sa structure et sa méthode de construction. De la même façon, les effets physiologiques de surpressions varieront selon la surpression maximale à laquelle une personne est exposée. Ces effets, selon divers niveaux de surpression, sont décrits dans le Tableau 3-3.

L'exposition à des niveaux de surpression élevés peut être fatale. Si une personne était suffisamment éloignée de la source de l'explosion, la surpression serait incapable de causer une mortalité. Pour les personnes se trouvant dans un édifice, le potentiel de mortalité serait fonction de la réponse structurelle de l'édifice.

Advenant la combustion et le feu éclair d'un nuage de vapeur inflammable, les niveaux de surpression nécessaires pour causer des blessures seraient fonction de la surpression de pointe. Contrairement à de potentiels dangers d'incendie, les personnes exposées à une surpression ne disposent d'aucun délai pour réagir ou se mettre à l'abri ; le temps n'est donc pas considéré dans la relation du danger. Une étude menée par *Health and Safety Executive, United Kingdom* [HSE, 1991] a établi une relation en fonction des surpressions de pointe. Le HSE a développé un probit en fonction des mortalités associées aux missiles V1 de la Seconde Guerre mondiale. L'analyse a supprimé les effets des abris anti-bombes, considéré les effondrements d'édifices et inclus les mortalités de personnes se trouvant aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Cette relation a permis d'identifier les points-limites présentés dans le Tableau 3-4.

Tableau 3-3
Dommages produits par une onde de choc [Clancey, 1972]

Surpression		Dommages
psi	kPa	
0,02	0,1	Bruit dérangeant
0,04	0,3	Bruit fort (143 dB)
0,15	1	Pression typique pour un bris de vitre
0,3	2	10 % des fenêtres brisées
0,5 – 1,0	3,5-7,0	Grandes et petites fenêtres normalement brisées; dommages occasionnels aux cadres de fenêtres
0,7	5	Dommages mineurs aux structures des maisons
1,0	7	Démolition partielle des maisons rendues inhabitables
1,3	9	Cadre en acier d'édifices avec parement légèrement tordu
2,0	14	Effondrement partiel des murs et toits de maisons
2,3	16	Limite inférieure de dommages structurels sérieux
2,5	17	Destruction à 50 % du briquetage des maisons
3,0	20	Édifices à charpente d'acier tordus et débarqués de leurs fondations
3 - 4	20-28	Édifices à panneaux d'acier sans charpente démolis
4,0	28	Bris du parement d'édifices de la petite industrie
5,0	35	Bris des poteaux en bois des services publics
5,0 – 7,0	35-49	Destruction presque complète des maisons
7,0	49	Wagons de train chargés renversés
7,0 – 8,0	49-55	Les panneaux de briques, d'une épaisseur de 8-12 po (203-305 mm), non renforcés, sont brisés soit en se détachant ou en courbant
9,0	62	Wagons de train chargés complètement démolis
10,0	69	Destruction probablement totale des édifices

Tableau 3-4
Points limites de mortalité reliées aux surpressions suite à une explosion sur les populations extérieures

Danger	Points limites de mortalité
Surpression d'une explosion	1 % mortalité – 17 kPa (2,4 psi) 50 % mortalité – 91 kPa (13,1 psi) 99 % mortalité – 497 kPa (72,0 psi)

3.4 Arbres d'événements pour des fuites

Pour tout scénario d'accident, plusieurs résultats dangereux potentiels pourront se produire selon des facteurs comme l'existence de sources de combustion et la réactivité des matières impliquées (pour le potentiel de surpression). La probabilité d'un résultat donné pour une fuite de matière variera selon ces facteurs et la dimension de la fuite. Dans cette étude, les fuites ont été divisées en cinq dimensions différentes de brèches, soit :

- 1) une brèche d'un diamètre de 6 mm ;
- 2) une brèche d'un diamètre de 18 mm ;
- 3) une brèche d'un diamètre de 50 mm ;
- 4) une brèche d'un diamètre de 150 mm ou la rupture entière de la conduite si celle-ci a un diamètre de moins de 150 mm ;
- 5) la rupture entière de la conduite ou de l'équipement égale à son diamètre.

Un exemple d'un des arbres d'événements préparés pour cette étude est présenté dans la Figure 3-1. Celui-ci débute avec une fuite de GNL d'une conduite. En observant de la gauche à la droite, les trois premières branches se divisent en cinq dimensions de brèches différentes, chacune étant identifiée par le diamètre de la brèche par lequel se produit la fuite de liquide. Chacune de ces cinq branches se divise ensuite en trois branches identifiant l'orientation de la fuite (vers le haut, à l'horizontale ou vers le bas). Chacune de ces trois branches se divise ensuite en trois branches selon le moment et la probabilité d'une combustion. À ce point dans la Figure 3-1, seul le chemin de l'arbre d'événements pour une fuite à l'horizontale d'une brèche de 150 mm est montré. Ces mêmes événements sont possibles pour chacune des quatre autres dimensions de brèches.

La combustion immédiate de la fuite donne lieu à un feu de chalumeau ou de nappe. Si la combustion n'était pas immédiate, la matière faisant l'objet de la fuite se transformerait en nuage de vapeur. À ce point, la combustion du nuage de vapeur serait désignée de combustion retardée. La combustion retardée peut donner lieu à plusieurs dangers différents. D'abord, le nuage de vapeur inflammable peut donner lieu à un retour de flammes à la source de la fuite sous forme de feu éclair. Ensuite, si le nuage de vapeur atteignait un espace confiné ou congestionné, une explosion de nuage de vapeur pourrait se produire. Enfin, un feu de chalumeau ou de nappe pourrait survenir si la fuite se poursuivait (feu de chalumeau) ou si la matière faisant l'objet de la fuite était présente sous forme de nappe de liquide au sol (feu de nappe). Si la fuite ne trouvait pas de source de combustion, il en résulterait une dissipation du liquide dangereux. Le côté droit de l'arbre d'événements montre trois résultats possibles pour chaque combinaison de dimension/orientation de brèche advenant une fuite.

3.5 Distances maximales de danger

Les distances maximales de danger associées à des feux éclairs et des feux de chalumeau/nappe sont présentées dans l'Annexe D.

3.6 Analyse d'une fuite de GNL

Pour chaque cas de défaillance identifié dans cette analyse, plusieurs calculs d'analyses de conséquences doivent être réalisés. Par exemple, considérons une fuite de GNL alors qu'il quitte

l'expandeur et se rend au collecteur (*rundown header*). Ce scénario est divisé en plusieurs scénarios et résultats d'accidents possibles, tels que présentés dans la Figure 3-1. Pour ce type de fuite, les dangers suivants devront être considérés.

	Dimension de la brèche de la fuite	Moment de la combustion	Résultat
Fuite de GNL	...	...	...
	6 mm	...	...

	18 mm	...	...

	50 mm	...	...

	...	immédiate	Feu de chalumeau/feu de nappe
150 mm	retardée	Feu éclair/Feu de chalumeau/de nappe/ENV	
...	aucune	Dissipation	
Rupture	...	...
...	

Figure 3-1
Arbre d'événements pour une fuite inflammable

3.6.1 Dangers de feux éclairs suite à une fuite au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (*Rundown Header*)

L'importance des dangers potentiels d'un feu éclair est fonction des conditions du processus, de l'orientation de la fuite, de la dimension de la brèche, de la vitesse du vent, de la stabilité atmosphérique, etc. Pour cette analyse, les paramètres suivants ont été gardés constants durant l'évaluation :

- l'humidité relative,
- la température de l'air ambiant, et
- la température de surface.

Une fuite de GNL dilaté au collecteur (*rundown header*) est définie en fonction de cinq dimensions de brèches. Une revue des données des conditions météorologiques locales indique qu'il existe 21 combinaisons de vitesse des vents et de stabilité atmosphérique (p. ex. une vitesse des vents de 10,36 m/s et la stabilité F ne survient pas). Une fuite de GNL a le potentiel de produire un nuage de vapeur/d'aérosol (sous l'impulsion dominante d'un feu de chalumeau) et une nappe de GNL au sol (nuage de gaz lourd). Par conséquent, pour chaque dimension de brèche évaluée, 42 calculs de dispersion du GNL ont été effectués (2 types de nuages x 21 conditions météorologiques).

Afin de définir les zones dangereuses d'un feu éclair à la suite d'une fuite de vapeur/d'aérosol et de liquides, 210 calculs de dispersion (5 dimensions de brèches x 21 combinaisons de vitesses de vent /stabilité x 2 types de nuages) ont été effectués. L'étendue maximale du GNL sous le vent pour chacun des calculs de fuite/dispersion, selon la dimension de la brèche, est présentée dans les Tableaux 3-5 à 3-14. Le Tableau 3-5 présente les résultats de la dispersion sous l'impulsion d'un feu de chalumeau pour une rupture entière de la conduite de GNL menant au collecteur (*rundown header*). Chaque élément de la matrice présente la distance sous le vent au GNL en fonction de la vitesse de vent et de la catégorie de stabilité atmosphérique indiquées. Par exemple, pour une rupture entière de la conduite, durant des vents de 4,63 m/s et une stabilité C, le nuage inflammable s'étendrait sur un maximum de 227 mètres sous le vent du point de la fuite. Les tableaux 3-6 à 3-9 présentent les résultats de dispersion sous l'impulsion d'un feu de chalumeau pour les autres scénarios de dimensions de brèches. Les Tableaux 3-10 à 3-14 présentent la distance parcourue par un nuage de vapeur inflammable de gaz naturel à la suite de la formation d'une nappe de GNL survenue en conséquence d'une fuite pour chaque dimension de trou.

3.6.2 Dangers de la radiation d'un feu de chalumeau et feu de nappe suite à une fuite au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (*Rundown Header*)

L'importance des dangers potentiels de feu de chalumeau et feu de nappe à la suite d'une fuite au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (*rundown header*) est fonction de plusieurs des mêmes paramètres qui définissent le débit de la fuite pour une analyse de dispersion d'un feu éclair. Pour les calculs de feux de chalumeau et de nappe, la stabilité atmosphérique n'est pas un paramètre important. Pour chaque dimension de brèche, de moins nombreux calculs de radiations thermiques devront être réalisés (un pour chaque vitesse de vent pour les feux de chalumeau à combustion immédiate et retardée, et le même nombre pour les feux de nappe). Un maximum de 60 calculs de radiation de feux de chalumeau et 60 calculs de radiation de feux de nappe sont réalisés pour chaque endroit où il y a une fuite (5 dimensions de brèche x 6 vitesses de vents x 2 moments de combustion [immédiate et retardée]).

La distinction entre des feux à combustion immédiate et à combustion retardée est fonction du moment de la combustion des matières inflammables suivant la fuite. En général, un feu de chalumeau immédiat entraînera un danger plus sérieux, étant donné le flux de masse élevé durant les premières secondes d'une fuite. Si un liquide inflammable prenait feu quelque temps après le début de la fuite, le débit du flux de masse alimentant le feu de chalumeau serait généralement moins important. Par conséquent, deux résultats de feu de chalumeau sont évalués pour chaque scénario de fuite de gaz inflammable/d'aérosol et chaque dimension de brèche : un feu à combustion immédiate représentant le débit du flux de la fuite dans la première minute de celle-ci et un feu à combustion retardée représentant le débit du flux de la fuite après deux minutes. Le

comportement contraire est vrai pour les calculs de feux de nappe. Plus longtemps la combustion des vapeurs inflammables est retardée, plus la nappe sera grande, d'où un impact radiant plus important avec la combustion.

Les résultats des calculs de radiation de feux de chalumeau et de feux de nappe pour une fuite au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (*rundown header*) sont résumés dans les Tableaux 3-15 à 3-18 pour toutes les dimensions de brèches. Étant donné que les calculs de radiation des feux ne sont pas fonction de la stabilité atmosphérique, la matrice est définie différemment. Les résultats d'un feu de chalumeau immédiat sont représentés dans le Tableau 3-15. Les résultats d'un feu de chalumeau retardé sont présentés dans le Tableau 3-16. Les résultats d'un feu de nappe sont présentés dans les Tableaux 3-17 et 3-18. Les points-limites de la radiation thermique définis par l'analyse de probits pour une exposition de 30-secondes sont présentés dans les Tableaux 3-9 et 3-10 comme étant $7,27 \text{ kW/m}^2$ (1 % mortalité), $14,39 \text{ kW/m}^2$ (50 % mortalité) et $28,47 \text{ kW/m}^2$ (99 % mortalité).

Tableau 3-5
Résumé des impacts de l'impulsion du jet d'un feu éclair lors d'une rupture au niveau de la
conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (*Rundown Header*)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 5,10 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32			149	162		
10,36			159	171		
7,21			189	197		
4,63		193	227	239	249	
2,83	205	229	257	285	311	332
1,03	210	217	247	277		330
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-6
Résumé des impacts de l'impulsion du jet d'un feu éclair pour une brèche de 150 mm au
niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (*Rundown Header*)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 5,10 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			122	124		
10,36 m/s			126	128		
7,21 m/s			153	161		
4,63 m/s		179	204	213	225	
2,83 m/s	202	219	251	270	291	322
1,03 m/s	218	231	266	297		357
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-7
Résumé des impacts de l'impulsion du jet d'un feu éclair pour une brèche de 50 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 5,10 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			56	61		
10,36 m/s			57	66		
7,21 m/s			76	86		
4,63 m/s		90	108	113	117	
2,83 m/s	110	131	141	145	147	148
1,03 m/s	142	149	164	177		202
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-8
Résumé des impacts de l'impulsion du jet d'un feu éclair pour une brèche de 18 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 5,10 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			13	27		
10,36 m/s			22	27		
7,21 m/s			31	38		
4,63 m/s		38	45	52	55	
2,83 m/s	48	55	63	65	65	64
1,03 m/s	74	86	92	94		103
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-9
Résumé des impacts de l'impulsion du jet d'un feu éclair pour
une brèche de 6 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur
(Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 5,10 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			<5	<5		
10,36 m/s			<5	<5		
7,21 m/s			<5	15		
4,63 m/s		<5	16	20	23	
2,83 m/s	<5	21	24	27	28	28
1,03 m/s	27	32	38	41		45
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-10
Résumé des impacts d'un feu éclair lié à dispersion de gaz lourd
pour une rupture au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown
Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 4,88 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			<5	<5		
10,36 m/s			<5	<5		
7,21 m/s			16	23		
4,63 m/s		25	47	55	67	
2,83 m/s	35	63	102	134	166	308
1,03 m/s	107	148	214	317		444
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-11
Résumé des impacts d'un feu éclair lié à dispersion de gaz lourd
pour une brèche de 150 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur
(Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 4,88 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			<5	<5		
10,36 m/s			<5	<5		
7,21 m/s			<5	21		
4,63 m/s		23	45	54	64	
2,83 m/s	34	61	100	136	157	295
1,03 m/s	107	151	204	305		430
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-12
Résumé des impacts d'un feu éclair lié à dispersion de gaz lourd
pour une brèche de 50 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur
(Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 4,88 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
11,32 m/s			<5	<5		
10,36 m/s			<5	<5		
7,21 m/s			<5	<5		
4,63 m/s		8	18	20	23	
2,83 m/s	17	27	39	44	48	66
1,03 m/s	47	66	77	80		99
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-13
Résumé des impacts d'un feu éclair lié à dispersion de gaz lourd
pour une brèche de 18 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur
(Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 4,88 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
	A	B	C	D	E	F
11,32 m/s			<5	<5		
10,36 m/s			<5	<5		
7,21 m/s			<5	<5		
4,63 m/s		<5	<5	8	9	
2,83 m/s	<5	<5	14	16	16	22
1,03 m/s	18	24	27	29		34
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-14
Résumé des impacts d'un feu éclair lié à dispersion de gaz lourd
pour une brèche de 6 mm au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur
(Rundown Header)

Impacts d'un nuage de vapeur inflammable ; Point limite : LII = 4,88 mol %

Vitesse du vent [m/s]	Distance sous le vent [mètres] à la LII					
	A	B	C	D	E	F
11,32 m/s			<5	<5		
10,36 m/s			<5	<5		
7,21 m/s			<5	<5		
4,63 m/s		<5	<5	<5	<5	
2,83 m/s	<5	<5	<5	<5	<5	<5
1,03 m/s	<5	<5	<5	<5		<5
Catégorie de stabilité	A	B	C	D	E	F

Note: les combinaisons existantes de vitesse de vent /stabilité sont délimitées par le trait gras.

Tableau 3-15
Résumé des impacts d'un feu de chalumeau immédiat
pour des fuites au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown
Header)

Points limites de la radiation thermique :

A	7,27 kW/m ²	1 % mortalité
B	14,39 kW/m ²	50 % mortalité
C	28,47 kW/m ²	99 % mortalité

Vitesse du vent [m/s]	Point limite	Distance sous le vent en mètres au niveau de la radiation thermique				
11,32 m/s	A	102	92	44	20	10
	B	91	84	41	19	9
	C	90	83	40	18	9
10,36 m/s	A	102	92	44	20	10
	B	90	84	41	19	9
	C	85	83	40	18	9
7,21 m/s	A	103	92	44	20	10
	B	90	84	41	19	9
	C	85	83	40	18	9
4,63 m/s	A	103	92	44	20	10
	B	91	84	41	19	9
	C	84	83	40	18	9
2,83 m/s	A	104	92	44	20	10
	B	91	84	41	19	9
	C	83	83	40	18	9
1,03 m/s	A	104	92	44	20	10
	B	92	84	41	19	9
	C	81	83	40	18	9
Dimension de la brèche		Rupture	150 mm	50 mm	18 mm	6 mm

Tableau 3-16
Résumé des impacts d'un feu de chalumeau retardé
pour des fuites au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown
Header)

Points limites de la radiation thermique :

A	7,27 kW/m ²	1 % mortalité
B	14,39 kW/m ²	50 % mortalité
C	28,47 kW/m ²	99 % mortalité

Vitesse du vent [m/s]	Point limite	Distance sous le vent en mètres au niveau de la radiation thermique				
11,32 m/s	A	91	92	44	20	10
	B	80	83	41	19	9
	C	74	83	40	18	9
10,36 m/s	A	91	92	44	20	10
	B	81	83	41	19	9
	C	74	83	40	18	9
7,21 m/s	A	91	92	44	20	10
	B	81	83	41	19	9
	C	72	83	40	18	9
4,63 m/s	A	92	92	44	20	10
	B	81	83	41	19	9
	C	72	83	40	18	9
2,83 m/s	A	93	92	44	20	10
	B	81	83	41	19	9
	C	72	83	40	18	9
1,03 m/s	A	93	92	44	20	10
	B	81	83	41	19	9
	C	71	83	40	18	9
Dimension de la brèche		Rupture	150 mm	50 mm	18 mm	6 mm

Tableau 3-17
Résumé des impacts d'un feu de nappe immédiat
pour des fuites au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown
Header)

Points limites de la radiation thermique :

A	7,27 kW/m ²	1 % mortalité
B	14,39 kW/m ²	50 % mortalité
C	28,47 kW/m ²	99 % mortalité

Vitesse du vent [m/s]	Point limite	Distance sous le vent en mètres au niveau de la radiation thermique				
		A	B	C	D	E
11,32 m/s	A	38	37	19	9	<5
	B	33	32	17	9	<5
	C	29	28	15	7	<5
10,36 m/s	A	38	37	19	9	<5
	B	33	32	17	8	<5
	C	29	28	15	7	<5
7,21 m/s	A	38	37	19	9	<5
	B	32	32	17	8	<5
	C	28	27	14	6	<5
4,63 m/s	A	38	37	19	9	<5
	B	31	30	16	7	<5
	C	25	24	12	4	<5
2,83 m/s	A	37	36	18	8	<5
	B	29	28	14	6	<5
	C	21	20	10	<5	<5
1,03 m/s	A	32	31	14	5	<5
	B	22	21	9	<5	<5
	C	14	14	6	<5	<5
Dimension de la brèche		Rupture	150 mm	50 mm	18 mm	6 mm

Tableau 3-18

**Résumé des impacts d'un feu de nappe retardé
pour des fuites au niveau de la conduite entre le GNL dilaté et le collecteur (Rundown
Header)**

Points limites de la radiation thermique :

A	7,27 kW/m ²	1 % mortalité
B	14,39 kW/m ²	50 % mortalité
C	28,47 kW/m ²	99 % mortalité

Vitesse du vent [m/s]	Point limite	Distance sous le vent en mètres au niveau de la radiation thermique				
11,32 m/s	A	70	68	36	17	7
	B	60	58	31	16	7
	C	52	51	28	14	5
10,36 m/s	A	71	69	36	17	7
	B	60	58	31	16	7
	C	52	50	28	14	5
7,21 m/s	A	71	69	36	17	7
	B	59	57	31	15	6
	C	49	48	26	13	<5
4,63 m/s	A	71	69	36	17	7
	B	57	55	30	14	5
	C	45	44	24	11	<5
2,83 m/s	A	69	67	35	16	6
	B	52	51	27	12	<5
	C	39	38	20	8	<5
1,03 m/s	A	61	59	30	13	<5
	B	43	42	21	8	<5
	C	29	28	13	5	<5
Dimension de la brèche		Rupture	150 mm	50 mm	18 mm	6 mm

4.0 RÉSULTATS DU RISQUE

Cette section présente les résultats de l'analyse quantitative de risque et compare ces résultats aux critères internationaux disponibles qui ont été utilisés ou proposés pour servir à la détermination de l'acceptabilité du risque pour le public. Pour plus d'information sur le calcul du risque quantitatif, voir l'Annexe C.

4.1 Présentation du risque

Une fois que chaque cas de fuite aura été complètement évalué (fréquence d'occurrence et conséquences de cette occurrence), les résultats pourront être présentés de manière concise. Il existe plusieurs façons de présenter le risque associé à une fuite potentielle de liquides inflammables. La plupart des méthodes définissent le niveau d'exposition de la population avoisinante en termes de probabilité d'exposition fatale sur une base individuelle ou sociétale.

4.1.1 Terminologie du risque

Le risque qu'une personne soit potentiellement affectée à la suite d'événements pouvant provenir des installations peut être représenté par une mesure numérique. Cette mesure numérique représente la probabilité qu'une personne soit exposée à un danger mortel pendant une période d'un an. Par exemple, une valeur de $1,0 \times 10^{-6}$ /an (ou 10^{-6} en notation abrégée) représente la probabilité d'un sur 1 000 000 (un million) par année d'être mortellement touché par une fuite provenant des installations. Le Tableau 4-1 présente la valeur numérique, la représentation abrégée de cette valeur comme elle est utilisée dans ce rapport et la valeur exprimée en termes de probabilité par année.

Tableau 4-1
Terminologie des niveaux de risque et valeurs numériques

Valeur numérique	Notation abrégée	Probabilité de mortalité par année
$1,0 \times 10^{-3}$	10^{-3}	Probabilité de 1 sur 1 000 de mortalité par année
$1,0 \times 10^{-4}$	10^{-4}	Probabilité de 1 sur 10 000 de mortalité par année
$1,0 \times 10^{-5}$	10^{-5}	Probabilité de 1 sur 100 000 de mortalité par année
$1,0 \times 10^{-6}$	10^{-6}	Probabilité de 1 sur 1 000 000 de mortalité par année
$1,0 \times 10^{-7}$	10^{-7}	Probabilité de 1 sur 10 000 000 de mortalité par année
$1,0 \times 10^{-8}$	10^{-8}	Probabilité de 1 sur 100 000 000 de mortalité par année

Si un niveau de risque de $1,0 \times 10^{-6}$ /an était estimé pour un endroit donné et pour toute fuite potentielle des installations, ce niveau de risque représenterait la probabilité annuelle de mortalité, en présumant qu'une personne se trouve dans cet endroit à tous les jours à raison de 365 jours par année. Une telle situation est désignée d'occupation continue. Toutes les mesures de risque dans cette étude présument de façon conservatrice d'une occupation continue, bien qu'on comprenne

fort bien que les personnes ne se trouveront pas à proximité des installations 24 heures par jour et 365 jours par année.

4.1.2 Contours de risque individuel à un endroit précis (RIEP)

Les risques associés à tous les accidents potentiels uniques peuvent être combinés afin de produire une mesure de risque pour le public dans la région avoisinante. Le risque combiné est représenté graphiquement sous forme de contours de risques localisés. Les contours de risques définissent un résumé de toutes les zones de dangers pour chaque accident unique combiné avec sa probabilité respective. Une ligne de contour représente une valeur de risque spécifique et borde une aire de magnitude. Par exemple, le contour de risque 10^{-6} définit des emplacements de valeurs de risques par année de $1,0 \times 10^{-6}$ et l'aire située entre les contours 10^{-6} et 10^{-5} représente une plage de valeurs ayant un ordre de magnitude de 10^{-6} .

4.2 Résultats de l'étude

Les contours de risques pour Énergie Saguenay sont représentés dans la Figure 4-1 pour les personnes se trouvant à l'extérieur. Dans chaque cas, le risque pour le public est fonction de l'occupation continue (les personnes étant présumées être présentes sur les lieux à raison de 24 heures par jour et de 365 jours par année).

Les contours de risques illustrent le risque annuel pour les personnes voisines des installations en fonction de leur distance de celles-ci. Tout niveau de risque représenté par un contour de risque constitue le risque d'une exposition mortelle aux dangers associés avec les scénarios de fuites modélisés pour les installations. Par exemple, le contour identifié comme étant $1,0 \times 10^{-6}$ dans la Figure 4-1 représente la probabilité d'un sur un million par année qu'une personne à l'extérieur, 100 % de l'année, soit exposée à un danger mortel de fuites possibles de matières inflammables de l'usine de GNL. Parce que les contours de risques sont fondés sur des données annuelles, ce niveau de risque est dépendant de la présence d'une personne dans un lieu où le contour 10^{-6} est observé 365 jours par année (occupation continue).

L'information suivante peut être obtenue après une inspection des contours de risques présentés dans la Figure 4-1.

- Le niveau de risque de $1,0 \times 10^{-6}$ par année n'est observable dans aucune des zones situées au-delà des limites de propriété des installations (sauf pour les zones au-dessus de la rivière Saguenay).
- Certaines des zones à proximité du pipeline sont exposées à des niveaux de risques annuels plus élevés que $1,0 \times 10^{-7}$ par année, ou une probabilité d'un sur dix millions par année d'être touché mortellement par un incident de pipeline. Cette zone suit le pipeline entrant et se prolonge nécessairement dans des zones situées à l'extérieur du site.
- Dans l'usine elle-même, il y a des zones où le risque excède $1,0 \times 10^{-3}$ par année, mais ces zones sont limitées aux aires de traitement de l'usine.
- Certaines zones à proximité des postes de mouillage des méthaniers sont exposées à des niveaux de risques annuels plus élevés que $1,0 \times 10^{-5}$ par année, mais ces zones sont confinées à une zone d'une longueur approximative de la longueur du méthanier, et s'étendant en largeur à des zones situées sur la terre ferme.

4.3 Critères d'acceptabilité du risque

Peu d'efforts ont été consacrés à définir des critères d'acceptabilité de risque pour le public. En général, des critères de risque ont été développés pour aider les agences réglementaires à définir où des résidences permanentes pouvaient être localisées près de zones industrielles ou d'installations de matières dangereuses. Le principal critère de risque applicable aux installations d'exportation de GNL d'Énergie Saguenay est trouvé dans l'alinéa 14 de la norme CSA Z276, quant au risque imposé au public :

14.3.4.3 Le risque de mortalité posé par une usine de GNL aux membres du public situés au-delà de toute ligne de propriété d'une usine de GNL qui pourrait y être construite sera exprimé sous forme de risque individuel localisé (RIL) et évalué en fonction des critères suivants :

- a. un RIL au-delà de 1×10^{-4} par année sera considéré comme intolérable;
- b. un RIL en deçà de 1×10^{-4} par année mais au-delà de 1×10^{-6} par année serait considéré comme étant tolérable s'il pouvait être démontré qu'il s'agissait d'un risque aussi faible que raisonnablement réalisable ; et

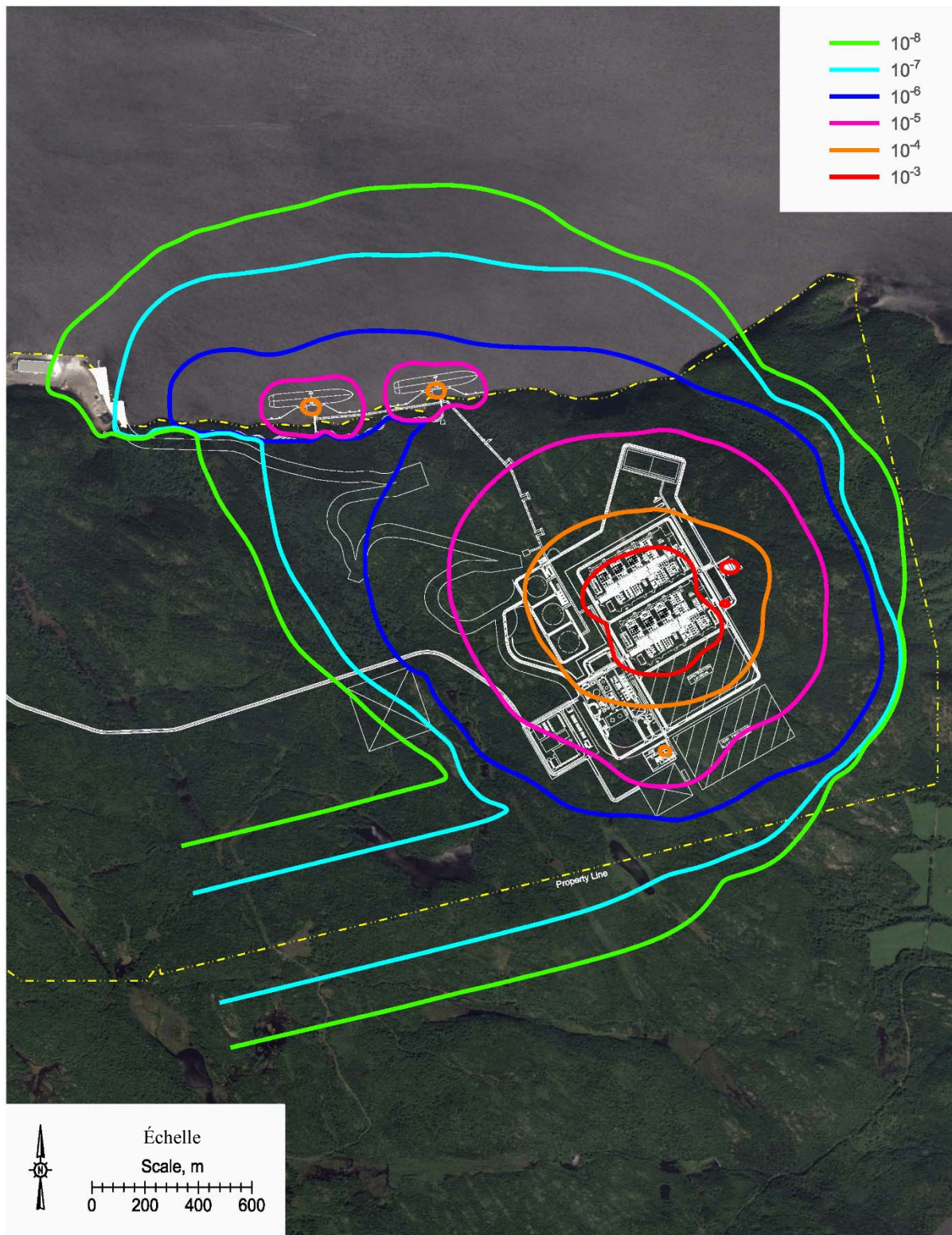


Figure 4-1
Contours de risque pour le public en conséquence de fuites des installations d'exportation de GNL d'Énergie Saguenay

- c. un RIL en deçà de 1×10^{-6} par année serait considéré comme largement acceptable et aucune autre amélioration ne serait considérée comme nécessaire en autant que des mesures de contrôle documentées soient en place et maintenues.

Une autre source de critères de risques est le document de Directives de planification d'aménagement du territoire fondées sur le risque [CSCChE, 2008] créé à l'origine par le Conseil canadien des accidents industriels majeurs (*Major Industrial Accidents Council of Canada* (MIACC)), une alliance à participation volontaire de parties concernées. Ce document, maintenant mis à jour par la division de gestion de sécurité des processus (GSP) de l'Institut de chimie du Canada et la Société canadienne de génie chimique (*Chemical Institute of Canadian Society for Chemical Engineering* (CSCChE)), convient de directives pour les différents types d'aménagement du territoire :

- des niveaux de risque moins élevés que 3×10^{-7} par année définis comme étant acceptables pour toute utilisation du territoire ;
- des niveaux de risque moins élevés que 1×10^{-6} par année sont acceptables pour les zones d'occupation continue ou à grande densité ;
- des niveaux de risque entre $1,0 \times 10^{-5}$ et $1,0 \times 10^{-6}$ pour le public sont considérés comme étant acceptables pour des zones résidentielles à faible densité ;
- des niveaux de risque entre $1,0 \times 10^{-4}$ et $1,0 \times 10^{-5}$ sont considérés comme étant acceptables pour des aires industrielles et des parcs.

La Figure 4-2 présente ces mêmes critères de risques sous forme graphique.

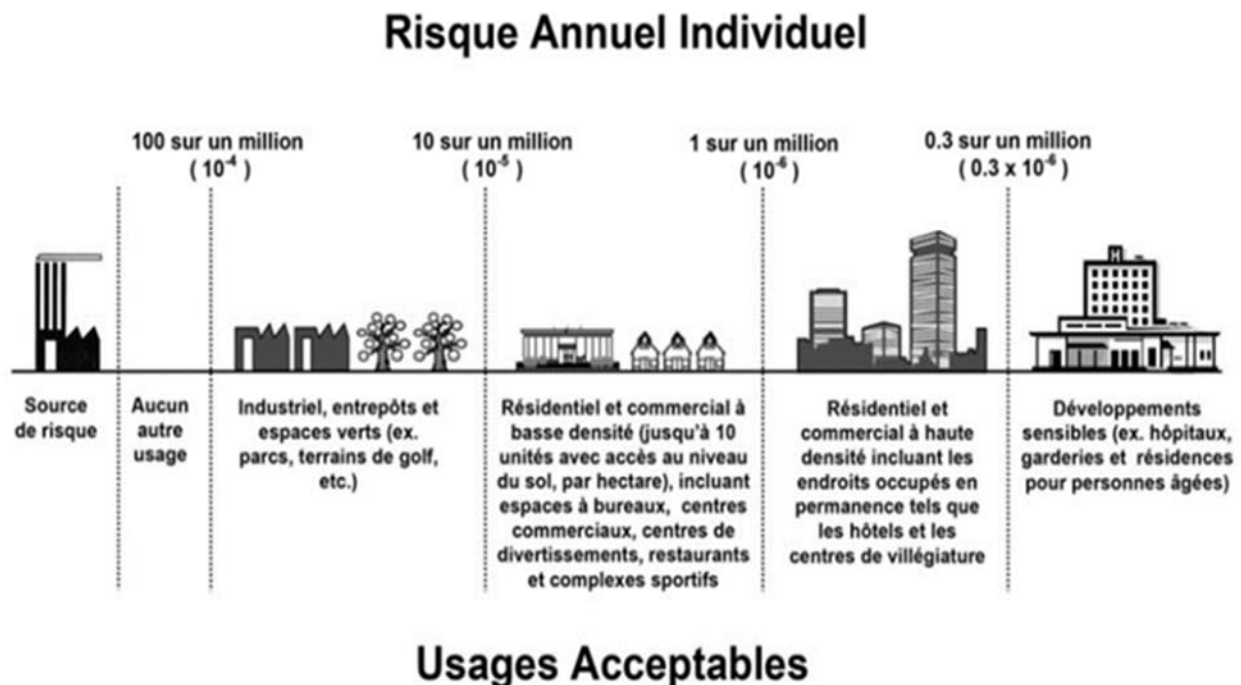


Figure 4-2
Critères de risque du CCAIM [CSCChE, 2008]

4.4 Une approche conservatrice intégrée à même l'étude d'analyse du risque

À l'instar de toute étude d'analyse de conséquences ou de risque, des hypothèses de travail et des approximations en ingénierie sont définies afin de calculer le risque associé à des installations de GNL. En général, des hypothèses de travail sont définies, lesquelles tendent à surestimer le risque associé à des fuites provenant des installations. Par conséquent, QUEST est d'avis que les prévisions de risque présentées dans ce rapport sont conservatrices – en d'autres mots, qu'elles présentent un risque d'un niveau bien plus élevé qu'il ne l'est en réalité.

Quelques-unes des hypothèses de travail conservatrices (qui donnent lieu à une surestimation du risque) sont énumérées ci-après. Les contributions de ces facteurs ne peuvent être quantifiées de façon explicite. Elles sont présentées ici afin de fournir des raisons qualitatives pour expliquer pourquoi le risque réel est plus faible que le risque estimé.

- **Surestimation du risque individuel** : Les calculs de risque présument que les membres du public sont présents 24 heures par jour et 365 jours par année, dans des endroits à proximité d'Énergie Saguenay. Il en est de même pour toute application des résultats du risque à l'intérieur des limites de propriété du site, étant donné que le personnel de l'usine n'y sera pas présent de façon continue.
- **Ignorer le temps de réponse humaine** : Pour les personnes exposées à la radiation thermique d'un feu en chalumeau ou d'un feu de nappe, il est présumé que la durée de l'exposition sera égale à trente (30) secondes. Cela signifie qu'aucune mesure protectrice ou d'évasion n'est prise par la personne pendant ces 30 secondes. Si une personne s'éloignait du feu ou se mettait à l'abri derrière un objet solide, son exposition à l'énergie radiante serait réduite. Par conséquent, l'hypothèse de travail d'une exposition de 30 secondes donne lieu à une surestimation du risque.
- **Orientation de la fuite** : Les fuites sont présumées comme ayant une orientation horizontale et pointer en direction du vent. Cette hypothèse de travail permet aux matières faisant l'objet de la fuite de se déplacer sur une distance maximale avant de se diluer en deçà de la limite inférieure d'inflammabilité. Toute autre direction empruntée par la fuite (en amont et en travers du vent, etc.) entraînerait des zones d'impact de dispersion des vapeurs plus petites. L'effet net est une surestimation du risque.
- **Combustion du nuage de vapeur** : Pour les nuages de vapeurs inflammables, les nuages de vapeurs sont présumés comme prenant une expansion maximale avant que ne survienne la combustion (retardée). Cela élimine une combustion hâtive et permet à une aire maximale d'être exposée aux dangers d'un feu éclair.

4.5 Évaluation du risque

4.5.1 Acceptabilité du risque

Selon les deux critères de risque présentés dans la Section 4.3, le risque pour le public dans toutes les zones avoisinant le projet d'usine de GNL d'Énergie Saguenay est considéré comme étant acceptable tel que défini par ces critères.

4.5.2 Les facteurs contribuant le plus au risque

Bien que l'impact du risque global à l'extérieur du site soit minimal, les résultats du risque peuvent être évalués de façon à déterminer quelles parties de l'usine contribuent le plus au risque estimé. Chaque scénario de fuite a été revu afin de déterminer sa contribution aux contours du risque global, tels que présentés dans la Figure 4-1. De façon générale, le risque est concentré autour des processus de liquéfaction, de l'entreposage du réfrigérant et du condensat, et, dans une moindre mesure, des plateformes de chargement du GNL. Les principaux scénarios contribuant le plus au risque, selon leurs effets globaux et le risque maximal généré, sont énumérés ci-après. Chacun de ces scénarios produit un risque de l'ordre de $1,0 \times 10^{-4}$ par année ou plus pour une partie significative de l'usine.

- MRE01 - Liquide séparateur de MR à HP
- LNG01 - GNL produit à la turbine hydraulique
- PRE01 - Vapeurs de propane à la compression
- PRE05 - Propane aux réfrigérants
- CND05 - Liquide de baril de reflux de stabilisateur de condensat

D'autres scénarios producteurs de risque de l'ordre de $1,0 \times 10^{-6}$ par année ou plus avec des conséquences importantes incluent :

- PRO01 - Cuve de stockage de propane
- ETH01 – Cuve de stockage d'éthylène
- LNG05 – Pompage de GNL depuis un seul réservoir de stockage
- MRE03 - Vapeur de MR du PECC
- PRE03 - Sortie de compresseur de réfrigérant de propane
- PRE04 - Accumulateur de réfrigérant de propane
- PRE05 - Propane aux réfrigérants
- LNG06 – Conduite de sortie de GNL
- LNG07 – Défaillance du bras de chargement de GNL

4.5.3 Évaluation des éléments critiques en matière de sécurité

Étant donné la nature préliminaire de cette analyse, il n'y a aucun détail dans le design concernant des éléments critiques au point de vue de la sécurité. Lorsque le design progressera et que le risque dans l'usine pourra être représenté de façon plus détaillée, une évaluation officielle pourra alors être effectuée concernant des éléments critiques spécifiques au plan de la sécurité.

Les résultats, tels que présentés dans ce rapport, pourront être utiles pour la mise en place de systèmes ou sous-systèmes au fur et à mesure que le plan d'aménagement sera établi. Les contours de risques, tout en décrivant le risque pour les personnes et généralement le fait de feux éclairs, pourront servir à identifier là où le risque global est plus élevé. Ce type d'information pourra ensuite s'appliquer aux évaluations de localisation et d'aménagement des installations pour les édifices occupés, les systèmes d'eau pour les incendies, les systèmes de services publics, etc.

4.5.4 Évaluation du risque ALARP

Parce que le risque aux zones à l'extérieur du site satisfait les critères d'acceptabilité du risque applicable, on considère qu'il n'est pas utile de démontrer que le risque est « aussi faible que raisonnablement réalisable » (ALARP). L'aménagement du site et les résultats d'analyse du risque, combinés avec la conformité aux codes et normes applicables, semblent indiquer que le risque au public est suffisamment ALARP.

Cette conclusion pourrait changer durant l'évolution du design de ces installations, particulièrement si l'envergure ou la nature globale du projet changeait ou que le focus de l'évaluation de risque se penchait sur les impacts sur le site.

4.5.5 Recommandations

En ce moment, il n'y a pas de recommandations pour des modifications de design ou d'ajouts de systèmes d'atténuation des risques. Étant donné qu'il a été conclu que le risque satisfaisait aux critères acceptés, il n'y a pas lieu de réduire le risque. Si des mesures d'atténuation étaient mises en place dans le futur, plusieurs méthodes pourraient être applicables à ces installations de traitement en vue de réduire le risque. Les mesures d'atténuations pourront être catégorisées de procédurales, d'actives ou de passives.

Les mesures d'atténuation procédurales au plan des opérations et de l'entretien, comme l'inspection de l'intégrité mécanique, les permis de travail, les systèmes de verrouillage/déverrouillage, la formation et la planification d'intervention en cas d'urgence, pourront réduire le risque pour les occupants des installations de GNL. Cette étude présume déjà que de bonnes pratiques en matière d'ingénierie seront suivies quant aux mesures procédurales qui seront mises en place dans les installations. Par conséquent, ces mesures ne réduiront pas toute estimation actuelle du risque.

Les mesures d'atténuation actives comme le recours à des systèmes automatisés de sécurité additionnels et la détection d'incendies et de fuites de gaz sont en mesure de réduire le risque, bien que ces réductions n'ont souvent pas pour effet de réduire le risque de façon significative. De plus, il a été présumé que des mesures d'atténuation actives, comme les systèmes d'alarme au niveau des processus, la détection d'incendies et de fuites de gaz, et des systèmes de fermeture d'urgence, existaient déjà et étaient déjà intégrés efficacement dans cette AQR.

Des mesures passives comme l'enlèvement d'équipement, la minimisation des aires confinées ou congestionnées, et la réduction des débits de fuites sont des mesures d'atténuation potentielles qui pourraient réduire le risque global posé par l'usine. Si de telles mesures étaient mises en place, elles devraient l'être très soigneusement de façon à ne pas modifier les installations de façon à ce qu'elles deviennent inopérables ou incapables de réaliser les tâches pour lesquelles elles ont été conçues.

5.0 CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE

Quest Consultants Inc. a réalisé une analyse quantitative de risque sur le projet d'Énergie Saguenay. L'étude comportait quatre grands volets :

- Volet 1. Déterminer les fuites potentielles pouvant entraîner des conditions dangereuses à l'extérieur des limites des installations.
- Volet 2. Pour chaque fuite potentielle identifiée dans le 1^{er} Volet, établir la probabilité annuelle de la fuite.
- Volet 3. Pour chaque fuite potentielle identifiée dans le 1^{er} Volet, déterminer les zones potentielles de danger mortel.
- Volet 4. En utilisant une méthodologie uniforme et reconnue, combiner les probabilités du 2^e Volet avec les conséquences potentielles des fuites du 3^e Volet pour en arriver à une mesure du risque potentiel posé par les installations.

Ces tâches doivent être accomplies avec l'intention de se conformer à la norme CSA Z276, et plus particulièrement à l'alinéa 14 qui porte sur le calcul quantitatif du risque à analyser pour l'usine de GNL, incluant son application potentielle comme une évaluation de sa localisation.

Le premier volet a donné lieu à une définition des dangers comme ceux pouvant survenir à la suite d'une perte de confinement de tout système de matières dangereuses dans l'usine de GNL. Ces dangers consistent en des feux de chalumeau, des feux de nappe, des feux éclairs et des explosions de nuages de vapeurs.

Le deuxième volet, le calcul des probabilités de résultats dangereux annuels repose sur des données historiques et des valeurs de probabilités conditionnelles disponibles dans des sources publiées. Pour plus d'information, veuillez consulter l'Annexe A.

Le troisième volet est le calcul des zones dangereuses potentielles. Les distances maximales de danger sont chiffrées dans l'Annexe D.

Le quatrième volet a été le calcul du risque posé au public. Ce risque a été quantifié et comparé à plusieurs critères d'acceptabilité dans la Section 4.3. Selon ces critères, il a été conclu que les installations étaient localisées de façon sécuritaire, avec un niveau minimal de risque pour les zones à l'extérieur du site.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de cette analyse du projet d'Énergie Saguenay.

- 1) Le niveau de risque de $1,0 \times 10^{-6}$ par année (ou une probabilité d'un sur un million par année) ne s'applique pas à toute zone au-delà des limites de la propriété (sauf les zones au-dessus de la rivière Saguenay dans le voisinage des postes de mouillage).
- 2) Certaines zones avoisinantes du pipeline sont exposées à des niveaux de risques annuels supérieurs à $1,0 \times 10^{-7}$ par année, ou une probabilité d'un sur dix millions par année d'être touché mortellement par un incident de pipeline. Cette zone suit le pipeline d'alimentation en gaz et se prolonge nécessairement dans les zones à l'extérieur du site.
- 3) Dans l'usine même, il y a des zones où le risque excède $1,0 \times 10^{-3}$ par année, mais ces zones sont limitées aux aires de traitement de l'usine.

- 4) Certaines zones près des postes de mouillage de méthaniers sont exposées à des niveaux de risques annuels excédant $1,0 \times 10^{-5}$ par année, étant entendu que ces zones sont confinées à un espace approximativement égal à la longueur du méthanier et s'étendant en largeur aux zones sur le terrain situé à l'intérieur des limites de propriété de l'usine.

En conclusion, les dangers et risques associés au projet Énergie Saguenay sont similaires à ceux d'autres installations d'exportation de GNL. De plus, le risque posé par les installations, tel que calculé dans cette étude, respecte les critères de risque énoncés dans l'alinéa 14.3.4.3 de la norme CSA Z276

6.0 RÉFÉRENCES

CHANG, Joseph C., Mark E. FERNAU, Joseph S. SCIRE, et David G. STRIMATIS (1998), *A Critical Review of Four Types of Air Quality Models Pertinent to MMS Regulatory and Environmental Assessment Missions*. Mineral Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, U.S. Department of the Interior, New Orleans, Novembre 1998.

CLANCEY, V. J. (1972), "Diagnostic Features of Explosion Damage." *Sixth International Meeting on Forensic Sciences*, Edinburgh, Scotland, 1972.

CSA Z276-18 (2018), *Liquefied Natural Gas (LNG) – Production, Storage, and Handling*. CSA Group, 178 Rexdale Blvd, Toronto, Ontario, Canada M9W 1R3. ISBN 978-1-4883-1143-7, Janvier 2018.

CSCChE (2008), *Risk-based Land Use Planning Guidelines*. Maintained by Chemical Institute of Canadian Society for Chemical Engineering (CSCChE). Major Industrial Accidents Council of Canada (MIACC), Ottawa, Ontario, Canada, 2008.

HANNA, S. R., D. G. STRIMAITIS, et J. C. CHANG (1991), *Hazard Response Modeling Uncertainty (A Quantitative Method), Volume II, Evaluation of Commonly-Used Hazardous Gas Dispersion Models*. Étude commanditée par le Air Force Engineering and Services Center, Tyndall Air Force Base, Florida, et l'American Petroleum Institute, et réalisée par Sigma Research Corporation, Westford, Massachusetts, Septembre 1991.

HSE (1991), *Major Hazard Aspects of the Transport of Dangerous Substances*. Health and Safety Executive, Advisory Committee on Dangerous Substances, London, United Kingdom, 1991.

MARX, J.D. et B.R. ISHII (2017), "Revisions to the QMEFS Vapor Cloud Explosion Model". 2017 AIChE Spring Meeting & 13th Global Congress on Process Safety, San Antonio, TX, 26-29 mars 2017.

NCEI (2018), National Centers for Environmental Information. <http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/>

TRC (1991), *Evaluation of Dense Gas Simulation Models*. Préparée pour la U.S. Environmental Protection Agency par TRC Environmental Consultants, Inc., East Hartford, Connecticut 06108, EPA Contract No. 68-02-4399, Mai 1991.

TSAO, C. K., et W. W. PERRY (1979), *Modifications to the Vulnerability Model: A Simulation System for Assessing Damage Resulting from Marine Spills*. U.S. Coast Guard Report CG-D-38-79, Washington, D.C., Mars, 1979.

ANNEXE A DOCUMENT DE BASE DE L'ÉTUDE

Table des matières

	<u>Page</u>
1.0 POINTS GÉNÉRAUX.....	2
2.0 MODÉLISATION DES CONSÉQUENCES	5
3.0 POINTS LIMITES DES DANGERS	14
4.0 TAUX DE DÉFAILLANCE ET PROBABILITÉS.....	18

1.0 POINTS GÉNÉRAUX

1.1 Portée et limites de l'étude

La portée de cette analyse préliminaire quantitative de risque (AQR) pour le projet de GNL d'Énergie Saguenay commence avec la conduite d'alimentation en gaz aux abords des installations, se poursuit avec l'épuration et la liquéfaction du gaz, le stockage de GNL et se termine avec le chargement de GNL aux postes de mouillage. Les limites de cette étude sont présumées englober la bride connectant les bras de chargement articulés aux méthaniers. Toutefois, aucune partie des méthaniers et de leurs systèmes à bord non plus de leur navigation n'a été incluse dans l'AQR.

Le système de liquéfaction inclut les réfrigérants et le stockage de réfrigérant de même que le condensat produit, leurs systèmes y associés, le stockage de condensat et le chargement de condensat.

1.2 Conditions environnementales

Données

Pour tous les calculs, les valeurs moyennes annuelles de la température de l'air et de l'humidité relative ont été appliquées :

Température de l'air	3,8 °C
Humidité relative	74 %

Des données météorologiques probabilistes sont utilisées dans l'analyse quantitative de risque. De telles données doivent être colligées pendant plusieurs années sous forme de données triples pour la vitesse des vents, la catégorie de stabilité atmosphérique et la direction des vents. Les données météorologiques sont présentées sous forme de rose des vents (pour toutes les catégories de stabilité) dans la Figure A-1.

Source

National Centers for Environmental Information (NCEI), Données colligées pour l'aéroport de Bagotville, près de Saguenay, Québec (consultées en 2018).

Hypothèses de travail

Pour une analyse fondée sur le risque (telle que présentée dans ce rapport), un ensemble de données météorologiques probabilistes est requis. Cet ensemble de données doit comprendre la vitesse des vents, la stabilité atmosphérique (ou des paramètres suffisants pour assigner une catégorie de stabilité) et la direction des vents, incluant la probabilité relative de chaque combinaison unique de ces paramètres.

Les données météorologiques pour la vitesse et la direction des vents pour la région ont été obtenues pour l'aéroport de Bagotville près de Saguenay, Québec. À partir des données horaires colligées sur dix ans, des paramètres de stabilité atmosphérique ont été extraits, la catégorie de stabilité a été déterminée et une valeur probabiliste a été calculée pour chaque combinaison de vitesse de vents, de stabilité atmosphérique et de direction de vents. Puisque les données météorologiques ont été développées à partir de données annuelles (sur plusieurs années), des changements saisonniers dans la force des vents, leur direction, etc., sont déjà pris en compte dans la rose des vents.

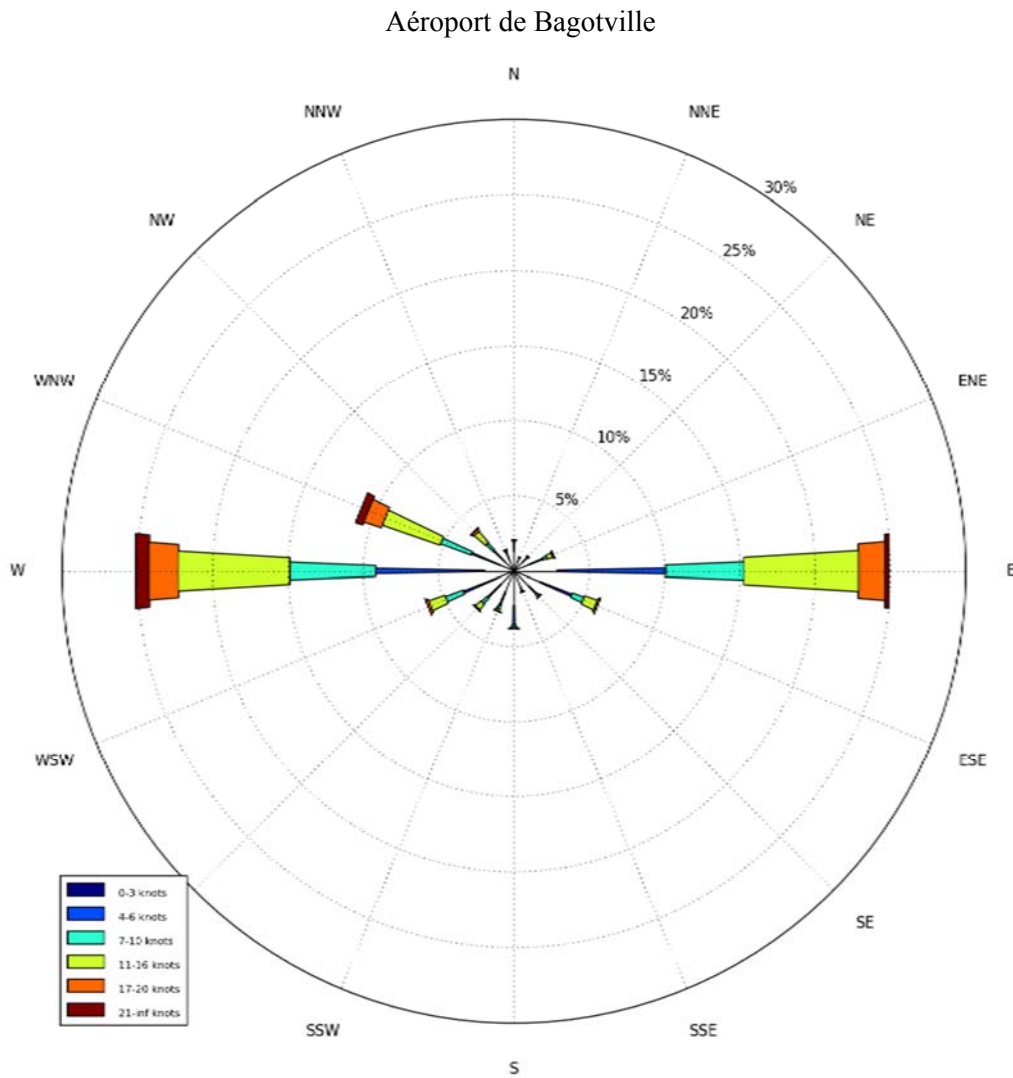


Figure A-1
Données de la rose des vents pour la région de Saguenay, Québec de 2008 à 2018

1.3 Données du processus

Données

Des schémas de procédés (PFD), des bilans de matière et d'énergie (BM&É) et des plans de terrains sont utilisés dans l'analyse des conséquences.

Source

Les PFD, les BM&É et les plans de terrain ont été fournis par Bechtel.

Des diamètres approximatifs de conduite pour les principales conduites ont été fournis par Bechtel.

Hypothèses de travail

Plusieurs hypothèses de travail ont été appliquées dans la modélisation des conséquences. Ces hypothèses de travail sont intégrées dans les scénarios de fuites. Certaines de ces hypothèses de travail sont présentées dans les sections suivantes.

2.0 MODÉLISATION DES CONSÉQUENCES

2.1 Identification des dangers

Tous les dangers évalués dans cette étude sont le résultat d'une perte de confinement (PDC) de liquides de procédés et sont évalués en fonction de leurs impacts potentiels sur les personnes.

Fuites de liquides inflammables

- Combustion de nuage de vapeur inflammable : feu éclair
- Radiation thermique du feu : feu de nappe ou feu de chalumeau
- Suppression d'une explosion : explosion d'un nuage de vapeur

Les choix sont fonction des dangers connus et compris suite à un événement de PDC.

Hypothèses de travail

Les systèmes suivants ne sont pas inclus dans l'analyse après l'étape d'identification des dangers, étant donné qu'on ne s'attend pas à ce que les dangers y associés contribuent de façon importante au risque.

- Les systèmes de gaz combustibles
- Les systèmes de gaz d'évaporation (GE)
- Les systèmes de chauffage (*Heating medium*)
- Les systèmes de gaz acides (effluents de la régénération d'amine)
- Les systèmes à l'azote.

2.2 Sélection des cas de défaillance

Pour qu'il y ait un impact d'un ou l'autre des dangers associés à l'usine, il doit d'abord y avoir un événement de PDC. Si la matière normalement contenue dans le système était libérée et s'enflammait, le feu éclair, l'explosion de nuage de vapeur (ENV), le feu de nappe ou le feu de chalumeau que cela entraînerait aurait des conséquences spécifiques qui peuvent être décrites par modélisation.

Pour décrire les dangers de toute manipulation d'équipement ou de transport de matières dangereuses, des scénarios de cas de défaillance sont développés afin de simuler des événements de PDC potentiels. Les événements de PDC d'équipements de procédé industriel avec des caractéristiques d'opération similaires sont regroupés au sein de cas de défaillance. Chaque cas de défaillance représente une ou plusieurs fuites potentielles d'un liquide inflammable. Le choix des cas de défaillance est fonction des facteurs suivants.

- 1) Les cas de défaillance sont choisis en fonction de leur capacité à créer un impact important.
- 2) Les cas de défaillance sont choisis de telle façon qu'ils intègrent tous les principaux équipements.
- 3) Les cas de défaillance sont choisis de telle façon qu'ils intègrent tous les principaux modes d'opération.

La méthodologie qui s'applique à la détermination de cas de défaillance consiste à choisir des emplacements de fuites de telle sorte que tous les événements potentiels de PDC importants soient inclus dans l'analyse. Tous les dangers évalués dans cette étude sont considérés comme existants en conséquence d'un événement de PDC. Aucune analyse détaillée n'a été complétée afin de déterminer la manière dont un cas de défaillance pouvait survenir. La probabilité pour chacun de ces événements est calculée en utilisant des

bases de données de taux de défaillance d'équipements de procédé industriel (voir la Section 4 de cette Annexe). En fonction de l'inclusion d'une gamme étendue de causes dans les bases de données de taux de défaillance, aucune considération particulière n'a été accordée aux causes des événements comme des conditions météorologiques extrêmes, le transport associé aux installations ou des enjeux de sécurité. Par conséquent, avec le recours à cette approche, aucun traitement spécifique n'est requis pour évaluer les modes ou les cas de défaillance à moins que des conditions uniques n'existent pour des parties spécifiques des installations ou de systèmes s'y trouvant. Dans des étapes futures du projet, il pourra y avoir des préoccupations spécifiques qui justifient d'étendre la portée de la méthodologie de choix de cas de défaillance ou qui requièrent qu'on y consacre davantage d'attention au fur et à mesure que des détails additionnels du projet seront connus.

2.3 Modélisation des conséquences

La modélisation des conséquences pour cette AQR a été réalisée en se servant des bonnes pratiques d'ingénierie conformes à des analyses similaires réalisées pour d'autres projets de GNL.

Données

Les modèles suivants inclus dans le programme CANARY by Quest® ont été utilisés pour cette étude.

- Thermodynamique
- Fuite de liquide transitoire
- Feu de chalumeau
- Feu de nappe
- Feu de chalumeau
- Dispersion de gaz lourds
- Explosion de nuage de vapeur

Les descriptions techniques des modèles sont présentées dans l'Annexe B.

Source

CANARY by Quest® (le manuel de l'utilisateur de CANARY by Quest®)

Hypothèses de travail

Pour les scénarios de fuites de matières inflammables, un coefficient de temps moyen de dispersion d'une minute est utilisé.

La zone avoisinante du point d'origine de la fuite est généralement une surface plane sans rugosité ni effets ou objets importants sur le terrain (une hypothèse de travail conservatrice pour la dispersion de vapeur). Une rugosité de la surface correspondant aux zones de procédé industriel est considérée dans la modélisation de la dispersion pour la plupart des scénarios de cas de défaillance.

Trois probabilités sont présumées exister pour les fuites de liquides inflammables : combustion immédiate, combustion retardée et aucune combustion.

La combustion immédiate donne lieu à un feu de chalumeau et/ou de nappe.

Dans un scénario de combustion retardée, le nuage inflammable, défini par la limite inférieure d'inflammabilité (LII), est présumé se développer au maximum avant de rencontrer une source de combustion (une hypothèse de travail conservatrice). S'il survenait une combustion retardée, celle-ci serait présumée entraîner trois dangers potentiels pouvant survenir simultanément : un feu éclair, une explosion de nuage de vapeur et un ou des feux continus (feu de chalumeau et/ou de nappe).

L'importance d'une explosion de nuage de vapeur est fonction du niveau de confinement ou de congestion du nuage de vapeur (le cas échéant) et de la réactivité du liquide.

2.4 Dimensions et orientation des brèches

Hypothèses de travail

L'analyse fondée sur le risque implique une gamme de dimensions de fuites (dimensions de brèches) et d'orientations de fuites. Cela représente une plage potentielle de scénarios d'accidents et peut donc composer un portrait détaillé du risque. Le cas échéant, plusieurs dimensions de brèches sont évaluées pour chaque cas de défaillance.

Choix de dimensions de la brèche :

- 6 mm (1/4 po) diamètre de la brèche
- 18 mm (3/4 po) diamètre de la brèche
- 50 mm (2 po) diamètre de la brèche
- 150 mm (6 po) diamètre de la brèche

Rupture complète de la conduite ou de la brèche dans l'équipement égale au diamètre de la conduite

Si le diamètre de la conduite associé à un cas de défaillance était inférieur à une des dimensions de brèche choisies, la dimension de fuite la plus petite mais plus grande que le diamètre de la conduite serait considérée comme une rupture complète de la conduite.

Une seule orientation de fuite a été retenue pour cette AQR :

Horizontale 100 %

L'exception à cette règle est la conduite enfouie d'alimentation en gaz, qui est présumée avoir un angle de fuite minimale (afin de quitter le cratère formé) de 19°.

2.5 Durée d'un flux normal

Hypothèses de travail

Suite à l'occurrence d'une fuite, le flux de liquide normal dans un système continue jusqu'à ce que la fermeture du système soit activée ou que l'inventaire du système soit épuisé. La détection de fuites (par des contrôles de procédés, la détection de gaz, la détection d'un incendie, l'identification visuelle, etc.), le temps de procéder à une fermeture et le temps de fermer la valve retardent tous la fermeture du système et font en sorte qu'il continue d'opérer.

Les fermetures de système peuvent être accomplies par une fermeture des valves de contrôle, une fermeture des valves d'arrêt d'urgence, une désactivation de la pompe, une désactivation du compresseur ou une

combinaison de tout ce qui précède. Dans chaque cas, le flux de liquide est présumé continuer pendant une certaine période avant que la fermeture ne limite le flux de liquide dans le système.

Pour cette analyse, un ensemble de durées par défaut de flux normal (délai pour fermer ou isoler le système) est défini pour chaque dimension de brèche. Une fois que le flux normal est interrompu, le système continuera de laisser fuir de la matière jusqu'à ce que l'inventaire de matière soit épuisé ou que la pression du système devienne atmosphérique.

Pour cette analyse préliminaire, des détails concernant la détection des dangers et les systèmes d'arrêt sont insuffisants. Par conséquent, les durées de flux normal considérées sont plus longues que celles de systèmes d'arrêt d'urgence typiques pour ce type d'installation ; ces durées sont résumées dans le Tableau A-1.

Tableau A-1
Durée du flux normal pour chaque dimension de brèche [minutes]

Dimension de brèche [po]	Délai jusqu'à l'arrêt [min]
1/4	60
3/4	30
2	20
6	10
Rupture	10

L'exception au Tableau A-1 est l'ensemble des scénarios impliquant les bras de chargement. Parce qu'il est connu que les bras de chargement font l'objet d'un suivi rigoureux et que toutes les activités de chargement sont toujours contrôlées de main d'homme, la probabilité d'une détection hâtive de fuite est plus grande pour cette partie du système de chargement. Par conséquent, des délais d'arrêt de système plus courts sont présumés pour des fuites de bras de chargement tels que présentés dans le Tableau A-2.

Tableau A-2
Bras de chargement - Durée du flux normal pour chaque dimension de brèche [minutes]

Dimension de brèche [po]	Délai jusqu'à l'arrêt [min]
1/4	3
3/4	2
2	1
6	1
Rupture	1

2.6 Inventaires de liquides

Hypothèses de travail

Lorsque les inventaires de liquides en réservoirs ne sont pas disponibles, les hypothèses de travail suivantes sont retenues :

Séparateurs, accumulateurs, barils de reflux, etc.	50 % du volume est liquide
Colonnes de distillation, absorbants, stabilisateurs, etc.	10 % du volume est liquide
Agglomérateurs (<i>coalescers</i>) et filtres en service liquide	100 % plein liquide
Stockage atmosphérique	85 %
Stockage pressurisé	85 %
Camions citernes	85 %

2.7 Sites d'explosion potentiels pour les explosions de nuages de vapeurs

Une partie distincte du volet d'identification des dangers consiste à identifier les emplacements d'ENV potentielles, afin de modéliser des événements d'explosion représentatifs. Les emplacements situés dans les installations ou dans leur voisinage qui sont confinés ou qui comprennent des sources de congestion sont désignés de sites d'explosion potentiels ou de SEP. Un SEP situé dans une zone non confinée et sans obstruction produirait une onde de choc faible, dont l'impact sur les édifices serait minime. Au fur et à mesure que le niveau de confinement ou d'obstruction augmente, il en serait de même pour la force potentielle de l'onde de choc qui pourrait être créée par l'explosion d'un nuage de vapeur dans cette zone. Par conséquent, une des tâches importantes à cette étape est de déterminer quelles zones se qualifient comme étant partiellement confinées ou congestionnées.

Un des principes de base dans l'application du modèle d'explosion QMEFS (soit le modèle d'estimation de la vitesse des flammes de Quest) est qu'après qu'un front de flammes soit sorti d'un espace congestionné ou confiné, la vitesse des flammes sera réduite à une vitesse de combustion moindre et ne contribuera pas de façon importante à la création d'une surpression. Ce comportement a été validé dans des programmes d'essais [Van den Berg et Mos, 2005]. Même si un nuage inflammable pouvait remplir deux ou trois emplacements congestionnés/confinés distincts (SEP), un espace libre entre ceux-ci pourrait faire en sorte d'éviter la production simultanée d'une surpression dans tous les emplacements et chaque SEP pourrait être considéré comme étant indépendant. En pratique, une telle situation limiterait le volume de gaz inflammable impliqué dans un seul événement d'explosion.

Le choix des volumes spécifiques à modéliser comme sources d'explosion est fondé sur le principe mentionné ci-dessus. Pour chaque SEP choisi, des niveaux de confinement et de congestion ont été évalués afin de définir les paramètres du SEP. De plus, la plupart des nuages de vapeur importants sont formés suite à des fuites de systèmes de liquides sous pression et formeront des nuages de gaz lourds atteignant une hauteur de moins de six mètres. Ceci étant, la région confinée ou congestionnée, qui a été considérée pour chaque SEP et pour décider des limites des SEP, ne peut occuper qu'une partie de la zone de traitement la plus près du niveau du sol.

Hypothèses de travail

Une revue du plan de terrain proposé pour le projet de GNL d'Énergie Saguenay révèle plusieurs zones où la densité d'obstacles ou le confinement seraient vraisemblablement suffisants pour générer des niveaux de

surpression supérieurs à ceux générés par un nuage non confiné. 20 SEP distincts ont été définis pour les installations. Les paramètres de modélisation assignés aux SEP sont résumés dans le Tableau A-3.

12 des SEP surviennent dans les deux trains de liquéfaction de l'usine prévue (ils ne sont présentés qu'une seule fois dans le Tableau A-3), et 7 ont été identifiés dans des zones situées à l'extérieur des limites de la propriété. De plus, plusieurs zones boisées distinctes ont été identifiées en tant que SEP, étant donné la congestion occasionnée par les arbres et autres végétaux de la forêt. Bien que les zones boisées puissent varier selon leur densité, cette étude a caractérisé toutes ces zones comme ayant un niveau modéré de congestion sans véritable confinement. La Figure A-2 montre les emplacements des SEP sur le plan de terrain des installations, incluant les zones boisées représentées de façon hachurée.

Tableau A-3
Sites d'explosion potentiels et leurs paramètres de modélisation

#	Désignation du SEP	Volume total [m ³]	Diamètre moyen de l'obstacle [po]	Nombre de plans confinés	Ratio de blocage de volume [fraction]
<i>AILP</i>					
1	Sous-station de liquéfaction de l'ouest	870	2	2	0,02
2	Compression de MR à faible pression	15 830	4	1	0,04
3	Compression de MR à haute pression	15 830	4	1	0,04
4	Compression de propane	15 765	4	1	0,04
5	Enlèvement de gaz acides et systèmes d'amine	21 665	4	1	0,04
6	Systèmes de chauffage (<i>Heating Medium</i>)	3 750	4	1	0,04
7	Zone de liquéfaction	3 490	4	1	0,04
8	Zone d'alimentation en gaz et de refroidissement MR	10 800	4	1	0,04
9	Chambre d'instrumentation locale	1 030	2	2	0,02
10	Traitement de condensat	15 090	4	1	0,04
11	Aire de déshydratation	4 340	4	1	0,04
12	Sous-station de liquéfaction de l'est	855	2	2	0,02
<i>AELP</i>					
13	Sous-station de la zone admin.	540	2	2	0,02
14	Compression de gaz d'évaporation	3 160	2	1	0,03
15	Systèmes d'air/de nitrogène	16 710	2	1	0,04
16	Aire de services publics	41 600	2	1	0,03
17	Systèmes d'entrée de gaz	9 070	2	1	0,03
18	Systèmes d'arrêt de torchères (<i>Flare Knock-out</i>)	9 940	2	1.5	0,03
19	Stockage de réfrigérants	9 125	2	1.5	0,03
20	Zones boisées	<i>varie</i>	2	1	0,04

Légende:

AILP : à l'intérieur des limites de la propriété
 AELP : à l'extérieur des limites de la propriété
 MR : mélange de réfrigérant



Figure A-2
Sites d'explosion potentiels à l'usine de GNL d'Énergie Saguenay

2.8 Hauteurs des fuites

Le projet de GNL d'Énergie Saguenay est prévu sur un site qui comporte des variations topographiques importantes. Du niveau de la rivière (où les navires seront chargés) jusqu'à l'élévation de base pour la majeure partie de l'usine, la dénivellation est d'environ 170 mètres. Ce type de changement d'élévation a le potentiel de modifier les impacts d'un scénario de fuite potentielle.

Hypothèses de travail et Application

Il est présumé que la dispersion de nuages de vapeur ne pourra se déplacer sur de grandes distances lors d'une montée de terrain. Une hauteur limite de 10 mètres a été considérée pour les nuages de vapeurs, de sorte que si le terrain se trouvait à une hauteur plus élevée de 10 mètres du lieu de la fuite, aucun impact potentiel ne serait attribué à ce lieu. Cette hypothèse de travail ne vaut pas pour les dangers associés au radiation thermique d'un feu ou de surpression d'une explosion.

De façon à appliquer cette hypothèse de travail, le site a été divisé en quatre zones pour cette AQR. Aux abords de la rivière, il a été attribué une hauteur de zéro au terrain. La majeure partie de l'usine (où la plupart des fuites auraient lieu) s'est vu attribuer une hauteur de 170 mètres. Une hauteur de 155 mètres a été assignée à la partie de l'usine qui comprend les réservoirs de stockage de GNL et la torchère. Entre cette zone et la rivière, une hauteur additionnelle a été définie, de telle sorte que des fuites de la conduite de chargement de GNL pourrait affecter cette zone et en bas de celle-ci, mais non les zones à la hauteur de l'usine. De même, des fuites aux abords de la rivière (activités de chargement de GNL) ne pourraient affecter une des zones plus élevées quant aux dangers associés à la dispersion de vapeurs.

3.0 POINTS LIMITES DES DANGERS

3.1 Équations de probits

Pour plusieurs dangers, les niveaux d'exposition nécessaires pour causer des blessures mortelles à une personne doivent être définis comme une fonction du temps d'exposition. Cette tâche est normalement accomplie à l'aide d'équations de probits, lesquelles sont établies en fonction de données dose-réponse expérimentales. Une équation de probits se présente sous la forme de :

$$Pr = a + b \cdot \ln(t \cdot K^n)$$

où : Pr = valeur de probit
 K = intensité du danger
 t = temps d'exposition au danger
 a , b , et n = constantes

Le produit ($t \cdot K^n$) est souvent désigné de « facteur de dose ». Selon les équations de probits, toutes les combinaisons d'intensité (K) et de temps (t) qui donnent des facteurs de dose égaux résultent aussi en des valeurs égales pour les probits (Pr). Parce que chaque valeur de Pr est directement associée à un niveau spécifique de mortalité, des doses égales génèrent des taux de mortalité prévus égaux pour la population exposée.

3.2 Impacts de la radiation thermique des feux sur les personnes à l'extérieur

Données

Les impacts de la radiation d'un feu sur des personnes à l'extérieur sont estimés en utilisant l'équation de probits suivante [Tsao & Perry, 1979] :

$$Pr = -36,378 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot I^{4/3})$$

où : I = kW/m²
 t = secondes

Le Tableau A-4 présente les résultats de probits pour plusieurs temps d'exposition applicables aux feux de chalumeau. Les taux de mortalité et les niveaux de radiation thermique y sont indiqués. La représentation graphique de l'équation de probits pour la radiation thermique est présentée dans la Figure A-3.

Le choix de niveaux de flux de radiation thermique est influencé par la durée de l'incendie et du temps potentiel d'exposition de la personne aux flammes. Toutes les combinaisons d'incidents de flux thermiques (I) et de temps d'exposition (t) qui donnent lieu à des valeurs égales de « dosage radiant » ($t \cdot I^{4/3}$) génèrent des taux estimés de mortalité égaux. Le temps d'exposition à un flux de radiation thermique (de feux de chalumeau) choisi pour cette analyse est de 30 secondes. Ce temps est considéré comme étant conservateur (c.-à-d. trop long) étant donné que les personnes exposées à des dangers radiants ont été sensibilisées à ces dangers et, en très peu de temps, seront en mesure soit de se déplacer dans un endroit plus sûr ou de se mettre à l'abri.

Source

Tsao, C. K., et W. W. Perry (1979), *Modifications to the Vulnerability Model: A Simulation System for Assessing Damage Resulting from Marine Spills*. U.S. Coast Guard Report CG-D-38-79, Washington, D.C., Mars 1979.

Hypothèses de travail

Les personnes sont présumées demeurées stationnaires et exposées à un niveau de flux radiant fixe (feu de chalumeau) pendant 30 secondes.

Tableau A-4
Niveaux dangereux de radiation thermique pour divers temps d'exposition en utilisant les probits de radiation thermique de Tsao et Perry [1979]

Temps d'exposition [secondes]	Valeur de probit	Taux de mortalité [pourcent]	Radiation thermique [kW/m ²]
5	2,67	1	27,80
	5,00	50	55,02
	7,33	99	108,88
15	2,67	1	12,20
	5,00	50	24,14
	7,33	99	47,76
20	2,67	1	9,83
	5,00	50	19,45
	7,33	99	38,49
30	2,67	1	7,27
	5,00	50	14,39
	7,33	99	28,47

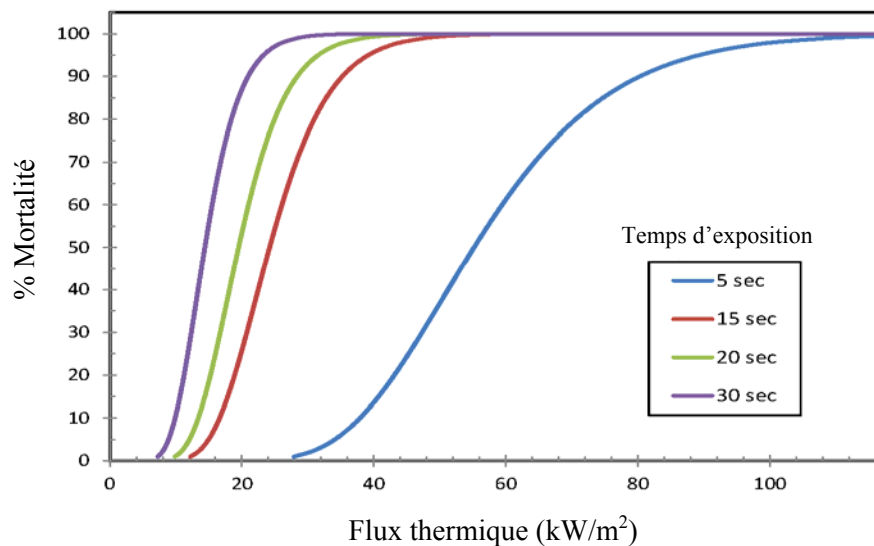


Figure A-3
Fonctions de probit d'incidents de radiation thermique

3.3 Impacts d'un feu éclair sur les personnes à l'extérieur

Données

Les règles pour un feu éclair s'appliquant à cette analyse sont [TNO, 1999] :

100 % de mortalité si à l'intérieur de la LII au moment de la combustion
0 % de mortalité si à l'extérieur de la LII au moment de la combustion

Source

TNO (1999), *Guidelines for Quantitative Risk Assessment* (First Edition), the Purple Book. CPR 18E, The Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Committee for the Prevention of Disasters, The Hague, Netherlands, 1999.

Hypothèses de travail

La relation décrite ci-dessus présume que le fait de se trouver au centre d'un nuage de vapeur en flamme résulte en une probabilité de mortalité de 100 % et que la radiation ou d'autres effets à l'extérieur du nuage inflammable sont négligeables.

3.4 Impacts de la surpression d'une explosion sur les personnes à l'extérieur et à l'intérieur

Données

Impacts d'une surpression d'explosion sur des personnes à l'extérieur sont estimées à l'aide de l'équation de probits [HSE, 1991] :

$$Pr = 1,47 + 1,37 \cdot \ln(p) \quad 1.47 + 1.37 \cdot \ln(p)$$

où : p = surpression de pointe, psi

La représentation graphique de l'équation de probits de la surpression est présentée dans la Figure A-4.

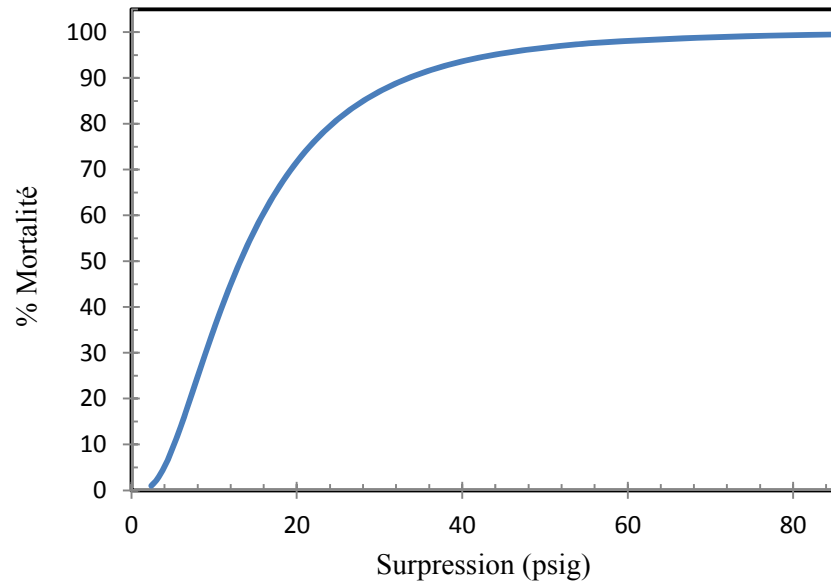


Figure A-4
Relation de probits de surpression

La relation de probits ci-dessus donne lieu à l'ensemble des points-limites présentés dans le Tableau A-5.

Tableau A-5
Points-limites de mortalité pour les impacts d'une surpression d'une explosion sur les populations à l'extérieur

Danger	Points-limites de mortalité
Surpression d'une explosion	1 % de mortalité – 17 kPa (2,4 psi) 50 % de mortalité – 91 kPa (13,1 psi) 99 % de mortalité – 497 kPa (72,0 psi)

Source

HSE (1991), *Major Hazard Aspects of the Transport of Dangerous Substances*. Health and Safety Executive, Advisory Committee on Dangerous Substances, London, United Kingdom, 1991.

4.0 TAUX DE DÉFAILLANCE ET PROBABILITÉS

4.1 Données sur la défaillance d'équipements de procédés

Données

Les données de la *UK Health and Safety Executive (HSE) Hydrocarbon Release Database (HCRD)* pour les années 2002 à 2012 ont servi à développer des taux de défaillance pour chaque type d'équipement. Pour chacun, le nombre de défaillances (et la dimension de brèche correspondante de la fuite) de même que le nombre d'années de service de l'équipement ont été utilisés pour calculer les taux de défaillance présentés dans le Tableau A-6. En plus des taux de défaillance globaux, il est aussi possible d'établir une distribution de dimensions de brèches à partir de l'information comprise dans la base de données HCRD.

Tableau A-6
Données sur les taux de défaillance pour l'équipement de traitement

Équipement	Taux de défaillances annuelles
Compresseurs centrifuges	$5,40 \times 10^{-3}$
Compresseurs à pistons	$4,86 \times 10^{-2}$
Filtres	$1,99 \times 10^{-3}$
Refroidisseurs d'ailerons de ventilateurs	$2,77 \times 10^{-3}$
Brides	$2,58 \times 10^{-5}$
Échangeurs de chaleur à calandre (tubulaires)	$2,43 \times 10^{-3}$
Échangeurs de chaleur à plaques	$8,42 \times 10^{-3}$
Connections des instruments	$3,84 \times 10^{-4}$
Lanceurs et récepteurs de racleurs	$4,38 \times 10^{-3}$
Réservoirs sous pression	$9,13 \times 10^{-4}$
Pompes centrifuges	$4,24 \times 10^{-3}$
Pompes alternatives	$4,02 \times 10^{-3}$
Réservoirs de stockage	$1,58 \times 10^{-3}$
Valves	$1,35 \times 10^{-4}$

Source

HSE HCRD (2012), Hydrocarbon Releases System, Health and Safety Executive.
<https://www.hse.gov.uk/hcr3>

Hypothèses de travail

Les données HCRD sont traitées de sorte à éliminer les fuites d'hydrocarbure impliquant des quantités minimales de matière ou survenant à des pressions très faibles (par exemple lors d'un entretien). Les données résiduelles sont ensuite utilisées pour en dégager les taux de défaillance par année pour chaque type d'équipement et chaque dimension de brèche.

4.2 Données sur la défaillance de conduites de procédés industriels

Données

Les taux de défaillance des conduites de procédés industriels sont relevés dans le document de planification d'aménagement du territoire du HSE, cet ensemble de données représentant mieux les conduites terrestres de procédés industriels. Les taux de défaillance annuels pour les diverses dimensions de conduites sont présentés dans le Tableau A-7.

Des taux de défaillance pour les tuyaux de transfert sont aussi disponibles dans le document de planification d'aménagement du territoire du HSE et sont présentés dans le Tableau A-8.

Tableau A-7
Données sur les taux de défaillance des conduites de processus industriels

Équipement	Taux de défaillance annuels par mètre de conduite
Conduite - $D < 2''$	$1,60 \times 10^{-5}$
Conduite - $2'' \leq D < 6''$	$3,50 \times 10^{-6}$
Conduite - $6'' \leq D < 12''$	$2,30 \times 10^{-6}$
Conduite - $12'' \leq D < 20''$	$1,57 \times 10^{-6}$
Conduite - $D \geq 20''$	$1,24 \times 10^{-6}$

Tableau A-8
Données sur les taux de défaillance des tuyaux de transfert

Équipement	Taux de défaillance annuels par transfert
Tuyaux de transfert	$1,04 \times 10^{-5}$

Source

HSE (2010), *Failure Rate and event Data for use within Land Use Planning Risk Assessments*. Health and Safety Executive, London, United Kingdom, 2010.

Hypothèses de travail

La distribution des probabilités de dimensions de brèches à même la fréquence globale de défaillance pour diverses pièces d'équipement et de conduites a été développée à partir de données extraites du HCRD.

4.3 Données sur la défaillance du pipeline

Données

Le *U.S. Department of Transportation (DOT)* maintient une base de données sur les incidents aux États-Unis impliquant les pipelines enfouis de transport et de distribution de gaz. Des données sur les incidents et sur le millage peuvent être téléchargées du site *Web Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA)* du DOT. Les données sur les incidents fournissent un bilan sur toutes les occurrences de défaillance de pipelines, en fonction des critères de reddition de comptes du DOT.

Le pipeline qui nous intéresse est le pipeline enfoui d'alimentation en gaz naturel (un pipeline de transport de gaz). Des données ont été extraites de la base de données PHMSA sur les incidents de 2010 à 2016. La juxtaposition d'incidents terrestres impliquant des fuites de conduites de transport de gaz avec le nombre de milles de pipelines actifs de transport de gaz donne un taux de défaillance de $1,41 \times 10^{-4}$ par année, par mille (soit $8,74 \times 10^{-8}$ par année, par mètre) de pipeline.

Le même ensemble de données a aussi été évalué pour une distribution de dimensions de brèches suite à l'occurrence d'un incident. Le Tableau A-9 liste les pourcentages associés avec chacune des dimensions de brèches définies dans cette analyse.

Tableau A-9
Distribution des taux de défaillance par dimension de brèche

Dimensions de brèche ("D") [po]	Pourcentage du taux de défaillance total
D < 1/4 "	70 %
1/4" ≤ D < 3/4"	11 %
3/4" ≤ D < 2"	7 %
2" ≤ D < 6"	5 %
D ≥ 6"	7 %

Source

PHMSA (2017), Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration Incident Database.
<https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/distribution-transmission-gathering-lng-and-liquid-accident-and-incident-data>

PHMSA (2017), Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration Mileage Database.
<https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/distribution-transmission-gathering-lng-and-liquid-annual-data>

Hypothèses de travail

Les données PHMSA (pour les É.-U.) sont présumées être applicables à un pipeline de transport de gaz canadien. Cela devrait généralement s'avérer, étant donné que leurs types de construction, leurs spécifications de matériaux et leurs exigences réglementaires sont similaires. Les données PHMSA ont été traitées de sorte à éliminer les fuites d'hydrocarbure impliquant des quantités minimales de matière ou survenant à des pressions très faibles (par exemple lors d'un entretien). Les fuites catégorisées comme intentionnelles ou les fuites de purge de pipelines ont également été éliminées. Les données restantes ont ensuite été utilisées pour en dégager les taux de défaillance annuels prévus.

4.4 Scénarios de défaillance du bras de chargement

Les opérations de chargement des méthaniers aux installations de GNLES sont la seule partie des installations où des scénarios de défaillance uniques (qui vont au-delà de ce qui est rapporté dans les données typiques sur les taux de défaillance) pourraient exister. Il en est ainsi principalement à cause des défaillances des bras de transfert de cargo consécutifs à des événements anormaux durant le chargement de produit. S'il n'existait aucun moyen de déconnecter rapidement les bras du manifold du méthanier, il serait présumé que chaque événement d'extension excessive entraînerait une défaillance des bras de transfert de cargo. Toutefois, les bras sont équipés d'un système de déverrouillage d'urgence (SDU) qui inclut des appareils de déverrouillage rapides, connus sous l'appellation de CMARU (coupleurs motorisés à rupture d'urgence). La probabilité de défaillance d'un bras de transfert de cargo suite à une extension excessive doit donc être modifiée par la probabilité que le CMARU connaisse aussi un problème de fonctionnement. Lorsqu'une extension excessive du bras de chargement est détectée, le système d'arrêt d'urgence amorcera immédiatement un arrêt d'urgence du système de chargement, déclenchera une alarme localement et dans la salle de contrôle, fermera toutes les valves d'isolation dans les conduites d'exportation et de refroidissement et, dans un délai de quelques secondes seulement, fermera les vannes à boisseau des CMARU et déverrouillera le coupleur.

Le choix des scénarios d'accidents pour les bras de chargement a été complété en fonction des connaissances de Quest sur le système de chargement et ses capacités d'arrêt d'urgence. Quest a identifié un ensemble de scénarios d'accidents potentiels, chacun impliquant une ou plusieurs hypothèses de travail à propos des délais d'arrêt du système, des délais de réponse par le personnel et de la fiabilité des équipements. Les événements choisis et leurs fréquences d'occurrence correspondantes sont décrites ci-après.

Données

Bien que les bras de transfert (bras de chargement) de cargo soient construits pour accommoder les mouvements du navire-citerne recevant le chargement de cargo, il existe des scénarios en vertu desquels le navire pourrait se déplacer trop loin et ainsi excéder la distance d'extension mécanique des bras de chargement. Les taux de défaillance des bras de transfert de cargo suite à des événements anormaux durant le chargement de produit sont appliqués sur une base par chargement, et sont tirés des données colligées par SIGTTO [SIGTTO, 1987]. Cette évaluation inclut des événements qui feraient en sorte que le méthanier s'éloigne de la plage de fonctionnement sécuritaire des bras de transfert de cargo (incluant des défaillances des amarres consécutives à l'interaction avec un navire passant), donnant lieu aux taux de défaillance par transfert présentés dans le Tableau A-10.

Tableau A-10
Données sur les taux de défaillances des bras de chargement dues aux mouvements du navire

Équipement	Taux de défaillance par opération de transfert
Bras de chargement	2,00 x 10 ⁻⁴

Source

SIGTTO (1987), *The History of Incidents in the use of Hoses, ERS Dry-Break Couplings and Marine Loading Arms in the Ship-to-Shore and the Ship-to-Ship Transfer of Liquefied Gases*. Information Paper No. 4, Society of International Gas Tanker & Terminal Operators Ltd, 1987.

Hypothèses de travail et Application

Parce que les défaillances des bras de chargement peuvent être consécutives à des mouvements imprévus du navire (tels que décrits précédemment) ou à des défaillances d'équipement pour d'autres raisons, la détermination de taux de défaillance pour les bras de chargement doit considérer ces deux aspects.

Il est présumé que la relation entre les taux de défaillance et les dimensions de brèche est la même pour les bras de transfert de cargo que pour un pipeline soudé. Des défaillances de raccords oscillants sont traitées de la même façon que des défaillances de joints d'étanchéité, chaque raccord oscillant étant l'équivalent de deux connections bridées (avec un joint d'étanchéité). En totalisant les taux de défaillance prévus de chaque pièce d'équipement dans le système (conduites, joints d'étanchéité, vannes, etc.), un taux de défaillance global annuel pourra être estimé. Un bras de chargement est présumé avoir un taux de défaillance équivalent à la combinaison de 36 mètres de conduite, 10 connections bridées, 2 valves et 4 connections d'instruments.

Le nombre de chargements par année est nécessaire pour estimer la fréquence de défaillance des bras de chargement. Une fois exploitées à pleine capacité, les installations de GNLES chargeront approximativement 150-200 navires par année, en fonction d'une cadence de 10,5 MTPA et d'un volume de cargaison moyen de méthanier de 160,000 m³. La durée d'un chargement est présumée nécessiter 15 heures, incluant 1,5 heure d'accélération de débit, 12 heures à plein débit et 1,5 heure de décélération de débit.

Étant donné que l'équipement n'est pas en service continu, le taux de défaillance devra être ajusté en conséquence. De façon à ajuster la probabilité de défaillance, la fraction de temps d'utilisation prévue a été appliquée. Cette valeur a été calculée en utilisant le nombre de chargements de navires par année, la durée de fonctionnement des bras de chargement ou de leur connection aux navires, et le nombre total d'heures dans une année :

$$\frac{200 \text{ chargements}}{\text{année}} \times \frac{15 \text{ heures}}{\text{chargement}} \times \frac{1 \text{ année}}{8\,760 \text{ heures}} = 0,343$$

La probabilité conditionnelle de 0,343 est appliquée directement aux taux de défaillance de l'équipement impliqué dans les opérations de chargement.

Les scénarios de fuites pour les bras de chargement ont impliqué le même ensemble de dimensions de brèches que pour tous les autres équipements. Pour les cas de rupture, les défaillances des bras de chargement ont été suppléées par des événements uniques associés aux mouvements des navires. La présomption retenue pour ces défaillances est que pour tout mouvement de navire impliquant un arrêt d'urgence, une rupture de bras de chargement surviendrait si le CMARU ne fonctionnait pas. Quatre résultats sont possibles dans le même scénario de mouvement excessif du navire.

1. Un arrêt d'urgence est amorcé et le SDU fonctionne correctement. La seule fuite de GNL consiste en un petit volume entre les valves du CMARU, lequel ne pose pas un danger important.
2. Un arrêt d'urgence est amorcé, mais le SDU du CMARU sur un bras est présumé ne pas fonctionner (les valves ne ferment pas et/ou le déverrouillage ne se fait pas). À cause des mouvements continus du navire (jusqu'à la limite mécanique du bras), le résultat est une rupture du bras de chargement dont le SDU n'a pas fonctionné. Dans ce scénario, les valves d'isolation du bras de chargement et les valves du côté du navire sont fermées au moment de la défaillance du bras. Parce que le bras de chargement a été complètement isolé au moment de la défaillance, le volume de la fuite sera égal au volume de liquide dans le bras de chargement entre la valve d'isolation du bras de chargement et la valve d'isolation du navire.
3. Le SDU est activé, mais un CMARU ne se ferme pas et ne se déverrouille pas, résultant en la rupture d'un bras de chargement. *De plus*, ce scénario présume que l'activation du SDU correspondant est retardée ou ne fonctionne pas d'une façon quelconque. Le flux de GNL continuera dans le bras de chargement fautif et sera caractérisé par un flux de dix minutes avant que le système ne soit complètement isolé par un arrêt d'urgence retardé ou une intervention humaine continue.

Dans ces scénarios, les probabilités conditionnelles suivantes ont été appliquées :

- les SDU et systèmes de CMARU sont présumés fonctionner correctement dans 95 % du temps, sur demande ;
- les valves d'arrêt d'urgence sont présumées fonctionner correctement lorsqu'activées et se fermer avant que le bras de chargement n'atteigne un point de défaillance dans 95 % du temps.

En fonction de la discussion ci-dessus, des taux de défaillance ont été calculés pour les divers scénarios et sont présentés dans le Tableau A-11.

Tableau A-11
Taux de défaillance pour une rupture de bras de chargement due aux mouvements du navire

Numéro de scénario	Description	Taux de défaillance annuels (basés sur 200 transferts/année)
--	CMARU fonctionne correctement	$3,80 \times 10^{-2}$
LNG07	Défaillance du CMARU; réussite de l'arrêt d'urgence; défaillance du bras de chargement avec fuite du contenu du bras	$1,90 \times 10^{-3}$
LNG08	Défaillance du CMARU; échec de l'arrêt d'urgence; défaillance du bras de chargement avec flux pendant 10 minutes	$1,00 \times 10^{-4}$

4.5 Opérations non continues

Données

Pour les parties des installations qui ne fonctionnent pas de façon continue, des données de fréquence d'opération sont nécessaires. Il en est ainsi des opérations de chargement des navires (discutées et détaillées ci-dessus), de déchargement des camions d'éthylène et de propane, de la composition du réfrigérant pour les processus de liquéfaction, et de chargement des camions de condensat.

Source

Les données utilisées pour calculer les probabilités conditionnelles d'opérations non continues pour les livraisons de camions de propane et d'éthylène de même que la composition de réfrigérant pour la liquéfaction, ont été fournies par Bechtel.

Hypothèses de travail

La plupart des taux de défaillance utilisés présument d'opérations continues des installations. Les taux de défaillance utilisés pour les équipements de déchargement présument d'une fréquence en fonction d'opérations actives et, dans certains cas (bras de transfert, boyaux), de défaillances par opération de transfert. Le nombre total estimé de transferts par année pour chaque produit est utilisé pour déterminer les fréquences de défaillance. L'ensemble des valeurs pour le nombre de transferts par année et leur durée estimée sont présentés dans le Tableau A-12.

Tableau A-12
Nombre de transferts et durée par type de transfert

Type de transfert	Transferts moyens par année	Durée prévue d'un transfert [heures]
Déchargement d'un camion de propane	6	1
Transfert de propane à la liquéfaction	52	2
Déchargement d'un camion d'éthylène	4	1
Transfert d'éthylène à la liquéfaction	52	2
Chargement d'un camion de condensat	100	1

4.6 Décompte d'équipements

Données

Pour chaque scénario de fuite, il est associé un équipement et des pièces desquels une fuite peut survenir. Un décompte de cet équipement et de leurs pièces est utilisé conjointement avec des taux de défaillance afin de déterminer la fréquence pour chaque scénario de fuite.

Source

Les décomptes d'équipements et de pièces sont basés sur les schémas de procédé (PFD) fournis par Bechtel.

Hypothèses de travail

Étant donné la nature préliminaire de l'étude, les décomptes d'équipements sont basés sur le nombre des principales pièces d'équipements trouvées dans les SDP. Des hypothèses de travail ont été définies à propos de l'équipement mineur y associé qui n'est pas typiquement trouvé dans les SDP et en fonction de notre expérience avec des installations similaires. Les décomptes estimés d'équipements mineurs par pièce d'équipement majeur sont présentés dans les Tableaux A-13 et A-14. Par exemple, lorsqu'une pompe est affichée dans les SDP, le décompte final d'équipement sera établi comme suit : 1 pompe, 3 valves, 2 connexions d'instruments et 50 mètres de conduite. De plus, lorsqu'il y a une distance importante entre des équipements majeurs, il a été considéré une conduite entre les équipements, en fonction d'un parcours réaliste. Des tronçons de conduite (auxquels on associe un taux de défaillance de conduite de procédé industriel par mètre de conduite) ont été associés avec les accidents : NGA00, NGA01, NGA02, NGA07, LNG02, LNG03, LNG05, LNG06, CND07, ETH03, PRO03. Pour les scénarios LNG07 et LNG08, les taux de défaillance sont basés sur l'information présentée dans la Section 4.4 de cette Annexe.

Les décomptes d'équipements majeurs sont présentés dans le Tableau A-15.

Tableau A-13
Équipement associé avec des flux de vapeur

Équipement majeur	Valves	Connexions d'instruments	Conduite [m]
Navire OU Cuve	12	8	100
Compresseur	4	4	50
Échangeur de chaleur	8	4	20
Fondoirs	1	2	10
Refroidisseurs	2	2	60
Filtres	3	3	10
Valve de contrôle	4	4	10

Tableau A-14
Équipement associé avec des flux de liquide

Équipement	Valves	Connexions d'instruments	Conduite [m]
Navire OU Cuve	12	20	100
Compresseur	3	2	50
Échangeur de chaleur	8	4	20
Fonduis	1	4	10
Refroidisseurs	2	2	60
Filtres	3	3	10
Valve de contrôle	4	4	10

Tableau A-15
Décomptes d'équipements majeurs

Scénario de fuite	Cuves	Pompes/Compresseurs	Échangeurs de chaleur	Fonduis	Refroidisseurs	Filtres	Valves de contrôle
NGA01	2	0	0	0	0	2	6
NGA02	3	0	2	0	0	2	5
NGA03	4	0	0,5	0	1	2	17
NGA04	0,5	0,5	0,5	0	0	0	1
NGA05	1	0,5	0,5	0	0	0	1
NGA06	0	1,5	0,5	0	0	0	1
NGA07A	0	0,5	0	0	1	0	2
NGA07B	0	0	0	1,5	0	0	0
NGA08	0	0	0,5	1,5	0	0	0
LNG01	0	0,5	0,5	0	0	0	1
LNG02	0	0,5	0	0	0	0	2
LNG05	0	0	0	0	0	0	3
PRE01	2	0,5	0	2	0	0	4
PRE02	1	0,25	0	1	0	0	1
PRE03	0,5	0,25	0	0	2	0	0
PRE04	0,5	0	0	0	0	0	0

Scénario de fuite	Cuves	Pompes/ Compresseurs	Échangeurs de chaleur	Fon- doirs	Refroï- disseurs	Filtres	Valves de contrôle
PRE05	0	0	0	1	0,5	0	2
PRE06	0	0	0	3	0	0	4
MRE01	0,5	1	1	0	0	0	2
MRE02	0,5	0	0,5	0	0	0	0
MRE03	1	0,5	0,5	0	0	0	0
MRE04	0,5	1	0	0	1	0	1
MRE06	0	0,5	0	3	1	0	0
CND01	0,5	0	0	0	0	0	1
CND02	0,5	1	0	0	0	0	1
CND03	0,5	0	1	0	0	0	1
CND05	1,5	2	0	0	1	0	3
CND06	0,5	0	1	0	1	0	1
CND07	0	0	0	0	0	0	0
CND08	1	0	0	0	0	0	1
CND09	0	1	0	0	0	2	2
ETH01	0,5	0	0	0	0	0	0
ETH02	0	0	0	0	0	0	1
ETH03	0,5	0	0	0	0	0	3
PRO01	1	0	0	0	0	0	0
PRO02	2	1	0	0	0	2	1
PRO03	0	2	0	0	0	0	0

4.7 Probabilités de combustion immédiate

Données

Les probabilités de combustion immédiate utilisées dans cette étude ont été calculées en se servant des débits massiques de sortie, de la phase de sortie massique et de la réactivité des gaz, le tout en fonction du modèle présenté par TNO [TNO, 1999]. Les paramètres utilisés dans ce modèle sont présentés dans le Tableau A-16.

Tableau A-16
Probabilités de combustion immédiate

Source	Substance		
	Liquide	Gaz (faible réactivité)	Gaz (réactivité moyenne/élevée)
< 10 kg/s	0,065	0,02	0,2
10-100 kg/s	0,065	0,04	0,5
> 100 kg/s	0,065	0,09	0,7

Source

TNO (1999), Guidelines for Quantitative Risk Assessment (First Edition), the Purple Book. CPR 18E, The Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Committee for Prevention of Disasters, The Hague, Netherlands, 2005.

Hypothèses de travail

Pour le modèle de combustion immédiate, une fuite serait traitée comme un « gaz » si la fraction aéroportée du débit massique de la fuite était plus élevée que 10 %.

Si deux nuages de gaz inflammables se formaient (un sous l'impulsion principale d'un feu de chalumeau et l'autre sous l'impulsion d'un feu de nappe se transformant en vapeur), la probabilité de combustion du feu de chalumeau définirait la probabilité de combustion immédiate du feu de chalumeau et du feu de nappe.

La vitesse de combustion laminaire (VCL) est utilisée pour déterminer la catégorisation de réactivité d'une substance.

Pour une $VCL \leq 0,39$ m/s, la substance a une faible réactivité.

Pour une $VCL > 0,39$ m/s, la substance a une réactivité moyenne à élevée.

4.8 Probabilités de combustion retardée

Données

Les probabilités de combustion retardée utilisées dans cette étude ont été établies en fonction d'une méthodologie publiée par le *Energy Institute* [UKOOA, 2006]. La méthodologie de combustion retardée considère le nombre de sources de combustion potentielles qui peuvent être atteintes par la dispersion d'un nuage de vapeur inflammable. La probabilité de combustion augmente au gré de l'augmentation du nombre de sources de combustion rencontrées. Chaque probabilité de combustion retardée est fonction de la densité des sources de combustion dans les installations et dans ses environs qui peuvent être atteintes par le nuage inflammable.

La probabilité de combustion retardée pour chaque scénario d'accident est établie en totalisant les probabilités de combustion dans la zone recouverte par le nuage inflammable produit par ce scénario d'accident. La formule suivante est utilisée pour calculer cette probabilité :

$$\text{Combustion retardée} = (1 - e^{-\sum \ln Q}) \cdot (1 - \beta)$$

Où :

$$\beta = \text{probabilité de combustion immédiate}$$

$$\ln Q = u \cdot A [(1 - a \cdot p) \cdot e^{-\lambda \cdot p} - 1]$$

et

$$u = \text{densité de la source de combustion}$$

$$p = \text{combustion potentielle d'une source active}$$

$$a = \text{probabilité que la source soit active}$$

$$\lambda = \text{fréquence à laquelle la source devient active}$$

$$A = \text{zone}$$

Le Tableau A-17 énumère les paramètres utilisés dans le calcul de la combustion retardée pour chaque type de zone, selon une superficie de 100 m².

Tableau A-17
Paramètres de combustion retardée

Zone	u	p	a	λ	ln(Q)
Procédé – à un niveau d'équipement « moyen »	0,0050	0,25	1,000	0	-0,1250
Procédé – à un niveau d'équipement « léger »	0,0050	0,10	1,000	0	-0,0500
Entrepôts	0,0010	0,10	0,333	0,165	-0,0049
Zones de réservoirs de stockage	0,0010	0,10	0,333	0,165	-0,0049
Bureau/commercial (présume de sources à l'intérieur)	0,0020	0,05	1,000	0	-0,0100
Flamme nue (p. ex. une chaudière ou une chaufferette)	0,0200	1,00	1,000	0	-2,0000
Manipulation de matières (p. ex. chargement de camion)	0,0025	0,05	0,167	0,165	-0,0041
Cafétérias/cuisines (présume de sources à l'intérieur)	0,0100	0,25	0,167	0,165	-0,0804
Routes	0,0003	0,10	0,100	0,085	-0,0006

Source

UKOOA (2006), *Ignition Probability Review, Model Development and Look-Up Correlations*, IP Research Report, January 2006.

Hypothèses de travail

La probabilité de combustion retardée est estimée pour les différentes zones des installations selon la définition des zones de combustion définies dans le modèle UKOOA.

Pour une combustion retardée, le nuage inflammable est considéré comme ayant pris une expansion maximale avant que sa combustion retardée ne soit évaluée. Cette approche ne permet pas de combustion intermédiaire alors que le nuage est en déplacement. La carte de combustion retardée pour ces installations est présentée dans la Figure A-5.

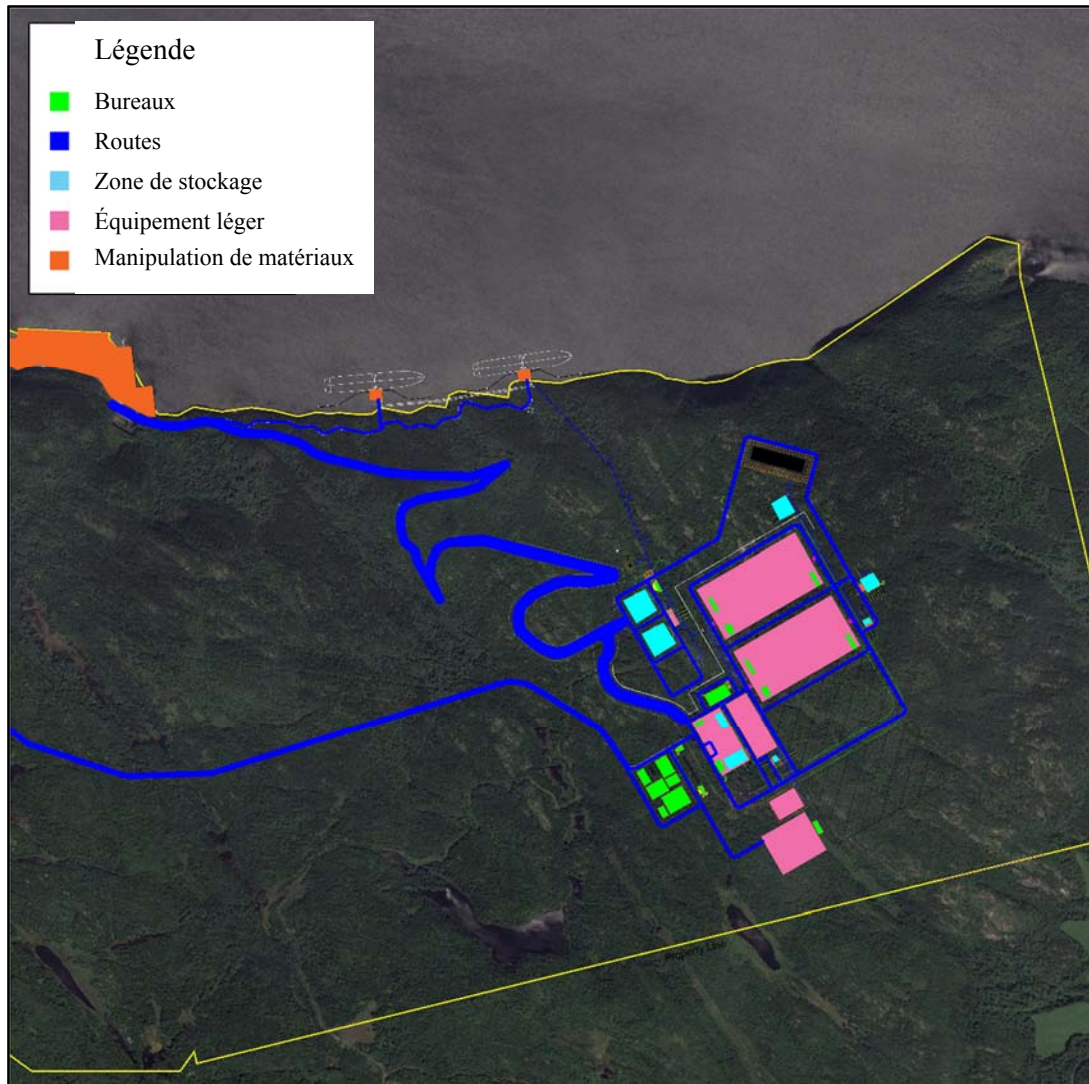


Figure A-5
Carte de combustion retardée des installations de GNLES

ANNEXE B

DESCRIPTIONS DES MODÈLES DE CONSÉQUENCES

Les modèles de conséquences utilisés dans cette étude incluent ceux trouvés dans la trousse de modélisation de CANARY by Quest[®] de même que le modèle d'explosion de nuage de vapeur QMEFS - *Quest Model for Estimating Flame Speeds*, soit le modèle Quest pour estimer la vitesse des flammes. CANARY se sert de sous-modèles de propriétés de liquides et de fuites de liquides pour fournir de l'information aux modèles de dispersion de vapeur, d'explosion de nuages de vapeur et de radiation thermique de feux. Les modèles de conséquences procurent une simulation de scénarios potentiels de fuites de matières dangereuses en vue de permettre la quantification des dangers inhérents à ces scénarios. Les modèles suivants sont utilisés:

- propriétés d'ingénierie;
- modèle de fuite de liquide;
- modèle de dispersion et de vaporisation d'une nappe;
- modèle de dispersion sous l'impulsion d'un feu de chalumeau ;
- modèle de dispersion d'un gaz lourd ;
- modèle de radiation thermique d'un feu de nappe;
- modèle de radiation thermique d'un feu de chalumeau et de torchère ;
- modèle de boule de feu;
- modèle QMEFS d'explosion de nuage de vapeur.

Une brève description des capacités, exigences et corrélations utilisées dans chaque modèle est présentée ci-après. Une description plus détaillée de ces modèles est disponible sur demande.

PROPRIÉTÉS D'INGÉNIERIE

Le but de ce modèle est de proposer un moyen précis pour déterminer les propriétés physiques et thermodynamiques d'une vaste gamme de mélanges chimiques en utilisant un minimum d'information initiale. L'équation d'état cubique Peng-Robinson est combinée avec les règles de mélanges quadratiques de Van der Waals et des données d'éléments purs (p. ex. le point normal d'ébullition) pour la détermination des propriétés thermodynamiques.

Ce modèle est mis en place à l'aide d'une base de données de propriétés d'environ 250 éléments simples qui peuvent être appliquées à des mélanges d'au plus 10 éléments. L'utilisateur fournit la composition, la température et la pression, et le modèle donne les propriétés thermodynamiques (comme la densité, l'enthalpie, l'entropie, etc.) pour les liquides, vapeurs et systèmes à deux phases. Ces propriétés sont utilisées comme intrants pour les modèles de fuites et de dangers.

MODÈLE DE FUITE DE LIQUIDE

Le but du modèle de fuite de liquide est de prévoir le débit de fuite massique d'une brèche de confinement. Le modèle estime, plus particulièrement, le débit de la fuite et l'état physique (liquide, biphasé, ou gaz) de la fuite d'un flux liquide alors qu'il entre dans l'atmosphère à partir d'une brèche dans la paroi d'une

conduite ou d'une cuve. Le modèle calcule aussi le volume de gaz, de liquide ou d'aérosol produit et le débit auquel le liquide se rend au sol.

Le modèle de fuite de liquide tient compte de la composition, de la température et de la pression du liquide avant sa fuite et identifie le régime de flux dans le système fermé avant et après un incident de fuite. Des paramètres définis par l'utilisateur comme le débit normal du liquide, les dimensions de la conduite et de la cuve, la superficie de l'orifice, l'angle de la fuite relatif à l'horizontale, et la hauteur de la fuite contribuent tous à la description physique du système duquel émane la fuite. Le modèle exerce un suivi sur le profil de pression dans le système, calcule les conditions de flux, une étape à la fois dans le temps jusqu'à l'épuisement de la masse ou l'atteinte d'un temps limite, tout en considérant l'inventaire dans le système et la tête de pression disponible. Le flux du système peut se présenter entièrement sous forme de vapeur ou de liquide ou dans une combinaison des deux, des vérifications étant effectuées pour déterminer si le débit de liquide est réaliste (p. ex. si la vitesse n'a pas excédé la vitesse du son). Une équation d'orifice est utilisée pour calculer la vitesse dans le temps et le débit massique de la brèche durant la fuite.

L'estimation de la formation d'un aérosol et du volume de piégeage du liquide est basée sur les études théoriques menées pour le *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) par CREARE. Les travaux du CREARE ont été corrigés et poursuivis par Quest. Leur application au modèle calcule l'évaporation non-aérosol sous forme de gouttelettes. Un exemple de graphique de validation pour cette partie du modèle est présenté dans la Figure B-1, pour des données d'essais d'aérosols de chlore (Cl_2), de méthylamine (MMA), de CFC-11 et de cyclohexane comparativement aux valeurs calculées par le modèle d'aérosol de CANARY.

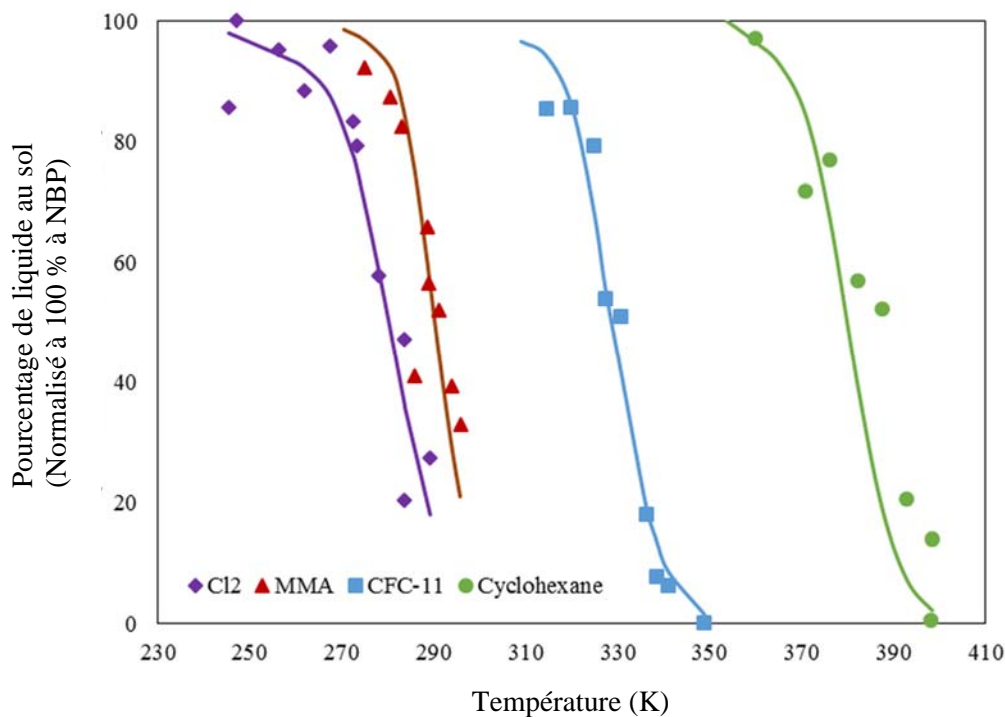


Figure B-1
Prévisions d'aérosol comparativement aux données expérimentales

La Figure B-2 compare les débits de fuite de gaz calculés et expérimentaux pour une brèche complète de deux pipelines. Les expériences ont porté sur des pipelines de diamètres internes différents, soit 6,2 pouces (0,157 m) et 12 pouces (0,305 m) respectivement. Ces conduites ont été pressurisées initialement à 1 000 psia avec de l'air puis soumises à une rupture au moyen d'une explosion. Les valeurs expérimentales

ont été rapportées dans un rapport de recherche rédigé par Wilson [Wilson, 1981] pour Alberta Environment.

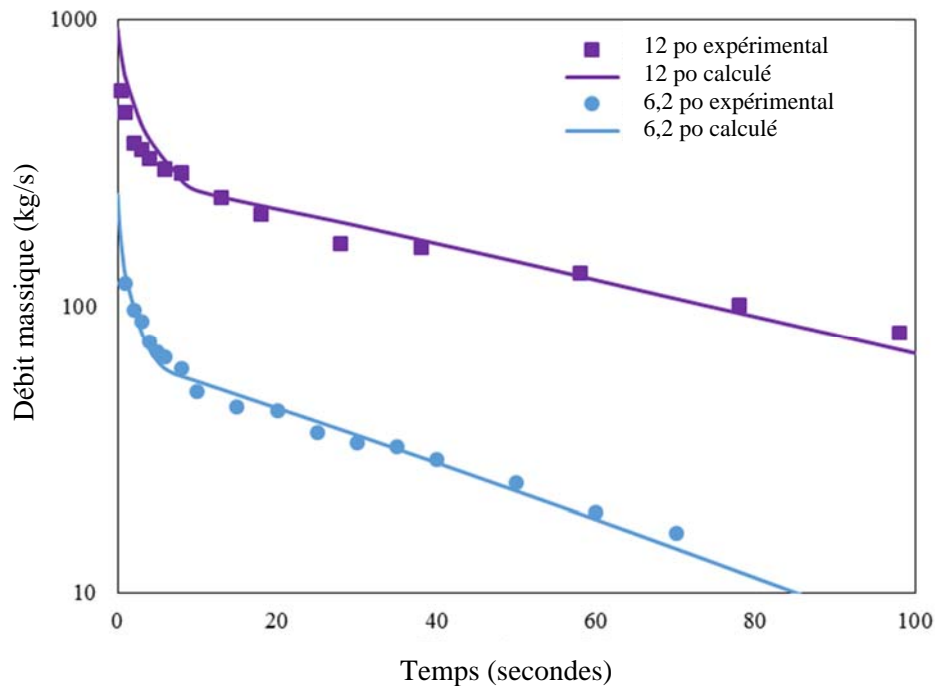


Figure B-2
Prévisions de débit massique de la fuite comparativement aux données expérimentales

MODÈLE DE DISPERSION ET DE VAPORISATION DE NAPPE

Le but de ce modèle est de décrire les vitesses de dispersion et de vaporisation massique de la fuite de liquide. Pour les fuites de liquides réfrigérés sur l'eau, le modèle tient compte de la présence d'un obstacle potentiel, à savoir que le liquide devra contrer l'action d'une vague locale.

Le modèle de dispersion et de vaporisation d'une nappe de liquide se sert des renseignements sur les systèmes de retenue fournis par l'utilisateur (et peuvent aussi modéliser les cas non confinés) de même que de l'information sur le débit du liquide provenant du modèle de fuite. Combinés avec les propriétés thermodynamiques de la matière en cause, la dimension de la nappe à divers moments dans le temps et la vitesse de vaporisation pourront faire l'objet de prévisions. Les résultats de ce modèle sont utilisés comme intrants dans le modèle de dispersion de gaz lourds.

Pour une fuite de liquide réfrigéré sur l'eau, le liquide se dispersera radialement et de manière non confinée depuis le point de la fuite jusqu'à ce qu'il atteigne une certaine épaisseur minimale qui réduira la capacité du liquide à se disperser à cause de la pointe hydrodynamique. La vitesse à laquelle la nappe de liquide se dispersera sera fonction du débit de la fuite, de la vitesse de vaporisation du liquide, des propriétés physiques du liquide, du rayon de la nappe de liquide et de la nature de la superficie de la fuite. Pour ce modèle, la viscosité et l'effet de tension superficielle sont considérés comme ayant un impact négligeable sur la vitesse de la fuite. Cette simplification permet à la vitesse de dispersion du liquide d'être établie en tout moment grâce à l'utilisation d'un simple modèle hydrodynamique en vertu duquel la vitesse de dispersion devient une fonction de la fuite, de la vitesse de vaporisation et du rayon de la nappe. Enfin, la solution numérique des équations différentielles permet la détermination de la dimension de la nappe, de la hauteur de la nappe de liquide et du débit massique transitoire évaporé.

MODÈLE DE DISPERSION SOUS L'IMPULSION D'UN FEU DE CHALUMEAU

Ce modèle est conçu pour prévoir la dispersion d'un feu de chalumeau dans l'air ambiant. Il sert à prévoir le parcours dans le sens du vent d'un gaz ou d'un aérosol inflammable ou toxique sous l'impulsion d'un feu de chalumeau.

Le modèle de dispersion sous l'impulsion d'un feu de chalumeau intègre la composition et les propriétés (température, pression, composition, densité, etc.) des matières faisant l'objet d'une fuite, le débit massique, et certains paramètres géométriques comme l'angle de la fuite relatif à l'horizontale, ainsi que la hauteur et la superficie de la fuite. Des conditions environnementales et atmosphériques comme la vitesse des vents, la catégorie de stabilité Pasquill-Gifford, la température de l'air ambiant et la rugosité de la surface sont aussi considérées. Les profils de vitesses, de concentrations et de densités sont présumés être symétriques de manière cylindrique autour de l'axe du panache et de forme gaussienne. L'effet d'entraînement le long du feu de chalumeau est calculé tout en appliquant des équations pour la conservation de la masse et l'impulsion.

Le modèle de dispersion sous l'impulsion d'un feu de chalumeau utilisé dans CANARY a été validé en comparant les résultats obtenus du modèle avec des données expérimentales d'essais sur le terrain. Les données utilisées pour cette comparaison et les conditions utilisées dans le modèle sont tirées d'une étude de l'*American Petroleum Institute* (API) [Hanna, 1991]. Des comparaisons ont été effectuées avec les séries de tests de dispersion Desert Tortoise, Goldfish et Prairie Grass. Les résultats de ces comparaisons sont présentés dans la Figure B-3.

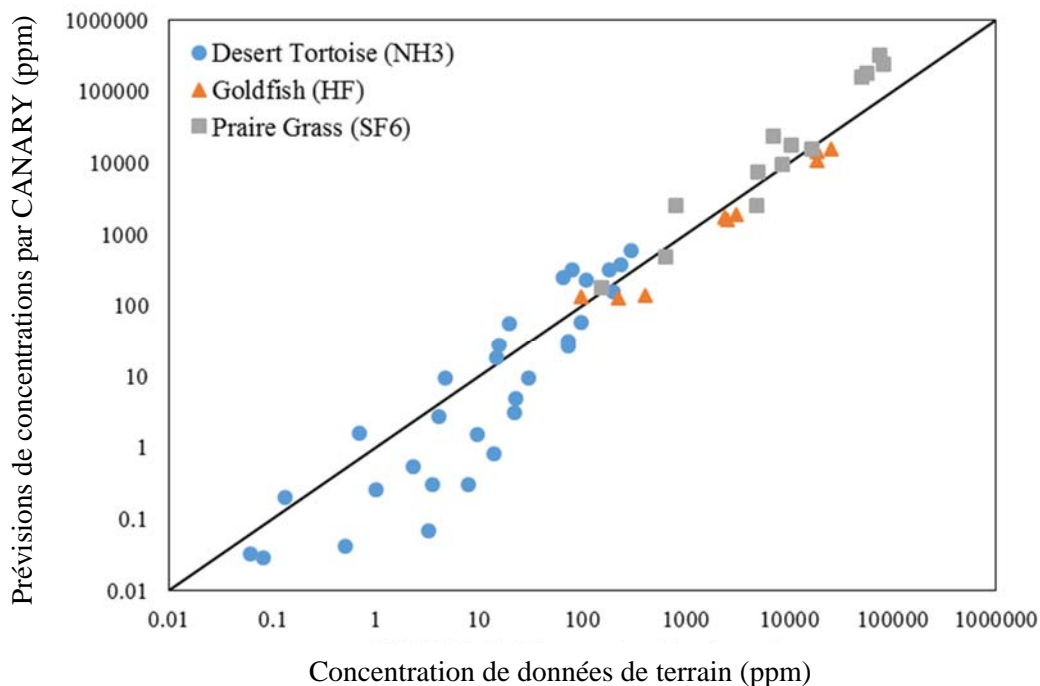


Figure B-3
Prévisions de dispersion sous l'impulsion d'un feu de chalumeau comparées aux données expérimentales
MODÈLE DE DISPERSION D'UN GAZ LOURD

Ce modèle a pour but de prévoir la dispersion et l'écoulement par gravité de gaz plus lourds que l'air émanant de nappes de liquides. Le modèle est aussi utilisé lorsqu'une fuite au moment de l'impulsion initiale impliquant des gaz plus lourds que l'air perdent de leur impulsion et affectent l'ampleur des impacts. Le modèle sert à prévoir le déplacement dans la direction du vent d'un nuage de vapeur inflammable ou toxique.

Le modèle de dispersion d'un gaz lourd intègre les propriétés de la vapeur à la source du nuage, de même que son débit massique et la superficie de la source. Des conditions environnementales et atmosphériques comme la vitesse des vents, la catégorie de stabilité Pasquill-Gifford, la température de l'air ambiant et la rugosité de la surface sont prises en compte. Les profils de concentrations et de densités sont appliqués autour de l'axe du panache. L'impulsion le long du nuage de dispersion est calculée tout en appliquant des équations pour la conservation massique et l'impulsion.

Le modèle de dispersion d'un gaz lourd utilisé dans CANARY a été validé en comparant les résultats obtenus du modèle avec des données expérimentales d'essais sur le terrain. Les données utilisées pour cette comparaison et les conditions utilisées dans le modèle ont été tirées de la série de tests de dispersion Burro, Coyote et Maplin Sands. Les résultats de ces comparaisons sont présentés dans la Figure B-4.

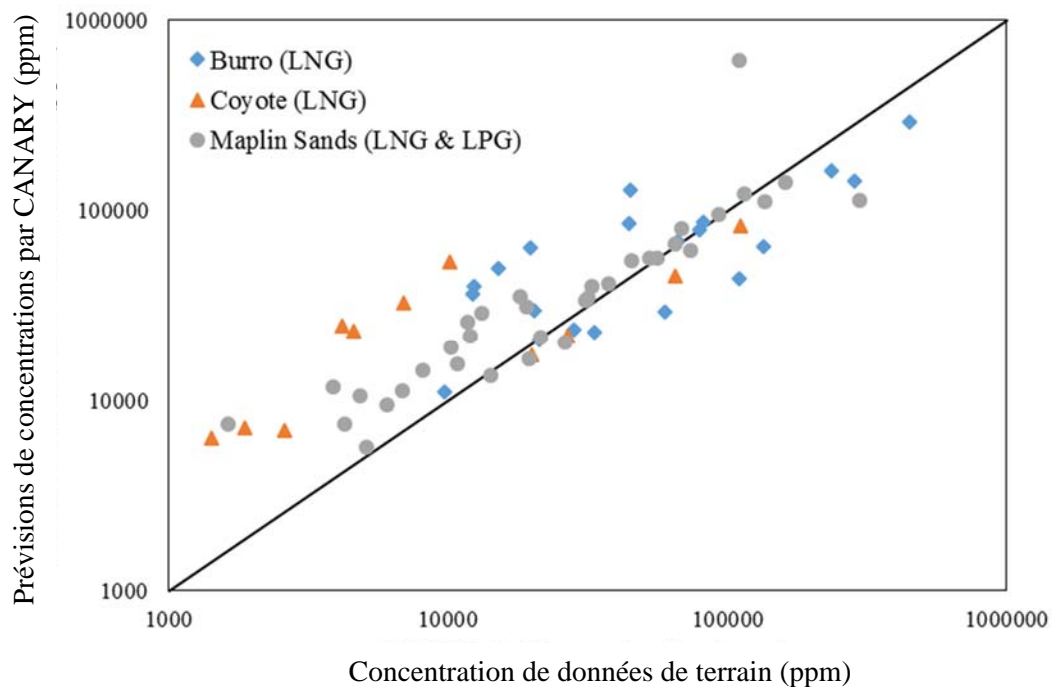


Figure B-4
Prévisions de dispersion de gaz lourds comparées aux données expérimentales

MODÈLE DE RADIATION THERMIQUE D'UN FEU DE NAPPE

Ce modèle est destiné à prévoir l'impact de la radiation thermique de feu conséquent à des flammes alimentées par des vapeurs émanant de nappes de liquides. Il prévoit plus particulièrement le flux thermique radiant maximal sur une cible en fonction de la distance entre la cible et les flammes. Les zones dangereuses de radiation thermique peuvent ensuite être déterminées pour tout point-limite radiant d'intérêt.

Le modèle de feu de nappe intègre la composition et la température de la nappe de liquide, les conditions atmosphériques comme la vitesse des vents, la température de l'air et l'humidité relative. Des variables comme la hauteur de la cible, la hauteur de la nappe et les dimensions de la surface libre de la nappe (rectangulaire ou circulaire) sont aussi considérées. Les dimensions et l'angle des flammes (à cause du vent) sont déterminés en utilisant des corrélations basées sur les propriétés thermodynamiques de la nappe et de l'air de même que les dimensions de la nappe. Un feu de nappe est divisé en deux zones : une zone dégagée dans laquelle les flammes ne sont pas obscurcies par la fumée et une zone enfumée à l'intérieur de laquelle une partie de la superficie des flammes est obscurcie par de la fumée. La force d'émission de la superficie (FES) pour la zone dégagée peut être déterminée par les propriétés des matières en cause, alors que la FES moyenne de la zone enfumée correspond à une moyenne pondérée selon les flux de fumée de la superficie et les surfaces brûlant proprement à l'intérieur de la zone enfumée. Le modèle définit la géométrie des flammes comme un cylindre elliptique penché au-dessus de la nappe. La surface des flammes est divisée en de nombreuses zones différenciées et le flux thermique radiant global sur une cible est calculé en utilisant la FES, des facteurs de forme et la transmittance atmosphérique.

Une des séries d'essais les mieux connues est celle des feux de nappes importants de GNL de Montoir, qui a impliqué des nappes mesurant jusqu'à 35 mètres de diamètre [Nédelka, 1989]. La Figure B-5 compare les isoplèthes de radiation thermique estimées par CANARY avec les mesures réelles prises lors du 2^e test de la série Montoir.

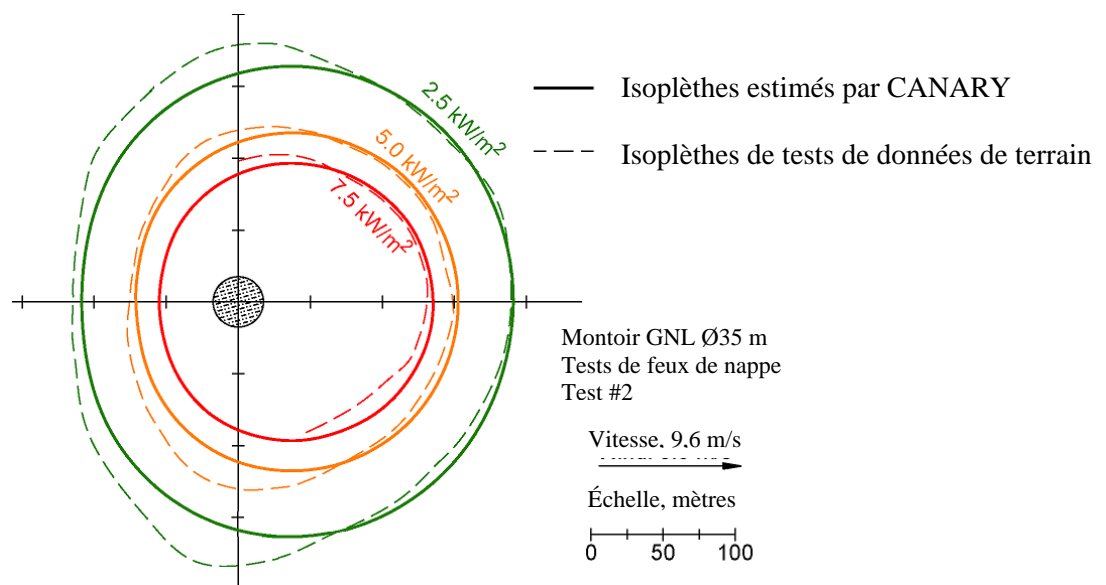


Figure B-5
Radiation d'un feu de nappe - Comparaison de CANARY au Test #2 de Montoir

MODÈLE DE RADIATION THERMIQUE D'UN FEU DE CHALUMEAU ET DE TORCHÈRE

Ce modèle a pour but de prévoir l'envergure de la radiation thermique de feu émis par des jets de vapeur en combustion (feu de chalumeau, feu de torchère, feu-éclair). Ce modèle prévoit plus particulièrement le flux thermique radiant maximal sur une cible en fonction de la distance entre la cible et les flammes.

Le modèle de radiation thermique d'un feu de chalumeau et de torchère intègre la composition de la matière faisant l'objet d'une fuite, la température et la pression de la matière avant la fuite, le diamètre de l'orifice de la fuite et le débit massique de la fuite. Des facteurs environnementaux comme la vitesse des vents, la

température de l'air et l'humidité relative sont aussi considérés de même que des facteurs géométriques comme la hauteur de la cible, la hauteur du point de fuite et l'angle de la fuite.

Des corrélations entre la longueur et le parcours des flammes sont appliquées aux paramètres définis par l'utilisateur. Ces corrélations tiennent compte des effets de la composition de la matière faisant l'objet d'une fuite, du diamètre de la brèche, du débit de la fuite, de la vitesse de la fuite, de la vitesse des vents et de la flottabilité du panache. La forme géométrique des flammes est définie comme un tronc de cône avec un hémisphère à l'extrémité la plus large du tronc. La superficie des flammes est divisée en plusieurs zones différenciées et le flux thermique radiant total sur une cible est calculé en utilisant la force d'émission de la superficie, les facteurs de forme et la transmittance atmosphérique.

Des comparaisons de données expérimentales et de prévisions du modèle CANARY pour des flux thermiques incidents ont été effectuées pour des sources de données disponibles. Une source de telles données d'essais est un rapport de Chamberlain [1987] sur des essais menés par Shell. Ce rapport contient des données de sept tests de torchère impliquant des fuites de gaz naturel au niveau de torchères de dimensions industrielles. Les variables examinées durant ces tests incluent le diamètre de la fuite (0,203 et 1,07 m), le débit de la fuite, la vitesse de sortie et la vitesse des vents. La Figure B-6 compare les valeurs estimées de flux thermiques incidents avec les données expérimentales de sept tests de torchères.

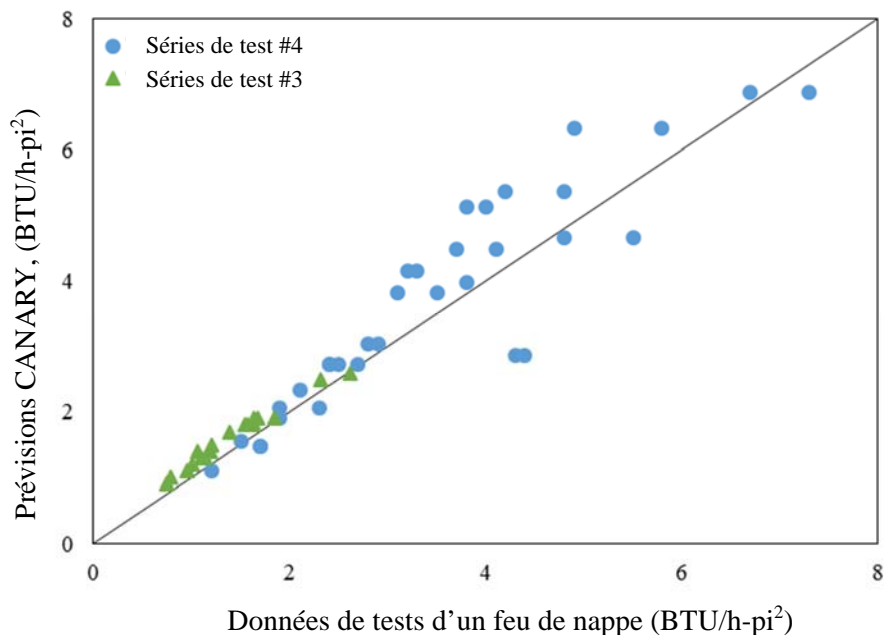


Figure B-6

Radiation thermique de feu de chalumeau/torchère - Comparaison de CANARY aux tests de Shell

MODÈLE DE BOULE DE FEU

Le modèle de boule de feu a pour but de prévoir l'impact d'un radiation thermique émis par des boules de feu conséquentes à des défaillances catastrophiques de cuves pressurisées contenant des liquides surchauffés. Cet événement est désigné d'explosion de vapeur en expansion de liquide en ébullition (BLEVE). De façon plus particulière, le modèle estime l'impact d'un flux thermique incident radiant moyen sur une cible en tant que fonction de la distance horizontale entre la cible et le centre de la boule de feu.

Le modèle de boule de feu intègre la composition, la masse, la température et la pression du liquide inflammable contenu dans la cuve pressurisée avant la fuite. La température de l'air et l'humidité relative sont aussi intégrées afin de déterminer le flux thermique radiant atteignant une cible.

Le diamètre maximal et la durée de la boule de feu peuvent être calculés à partir de la masse de combustible en utilisant des corrélations empiriques. La FES maximale est calculée en utilisant la chaleur de la combustion et ajustée pour la pression au point de la fuite. Le modèle simule la boule de feu comme une sphère qui croît avec le temps, puis se soulève d'une surface plane avec une FES décroissante au fur et à mesure qu'elle se déplace verticalement. Le facteur de forme entre la boule de feu et une cible est déterminé analytiquement. Le flux thermique radiant à l'emplacement de la cible est calculé en utilisant la FES, le facteur de forme et la transmittance atmosphérique. Les impacts de la boule de feu sont exprimés comme de l'énergie absorbée, le flux moyen incident et un dosage intégré pendant la durée de la boule de feu.

Des comparaisons de données expérimentales et de prévisions de modèles pour des flux thermiques incidents moyens, l'énergie absorbée ou le dosage sont nécessaires à des fins de validation de modèles. Malheureusement, très peu de rapports sur les BLEVE comprennent le niveau de détail nécessaire pour faire de telles comparaisons et aucune donnée n'est disponible pour des expériences à grande échelle. Une des sources les plus complètes de données d'essais pour des tests de boules de feu d'envergure moyenne est un rapport de Johnson, Pritchard, et Wickens [Johnson, 1990]. Ce rapport contient des données sur cinq tests de BLEVE impliquant du butane et du propane, dans des quantités jusqu'à 2 000 kg. La Figure B-7 compare les valeurs estimées par CANARY de l'énergie absorbée à des données expérimentales de ces cinq tests sur des BLEVE.

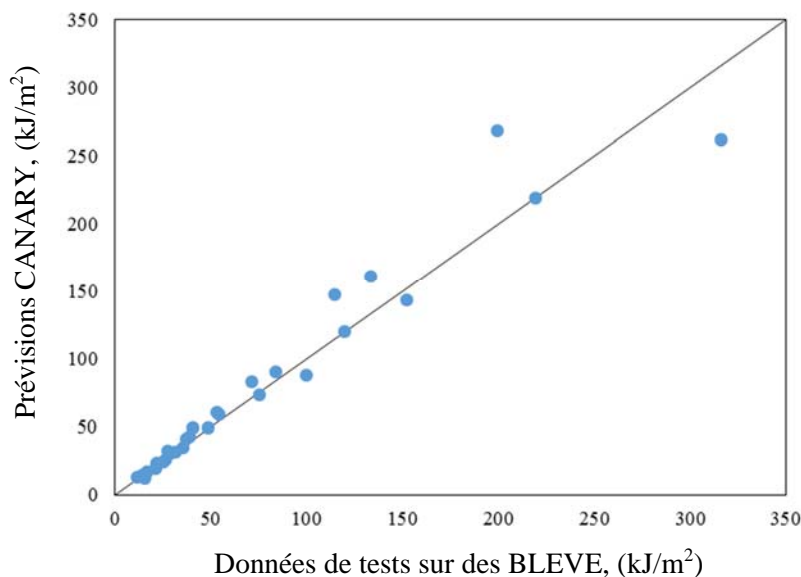


Figure B-7
Énergie absorbée - Comparaison de CANARY à Johnson, Pritchard, et Wickens [1990]

MODÈLE D'EXPLOSION D'UN NUAGE DE VAPEUR

Ce modèle a pour but d'estimer le champ de surpression qui serait produit par l'explosion d'un nuage de combustible/air partiellement confiné et/ou obstrué. Le modèle Quest, [Marx & Ishii, 2017], est fondé sur des données expérimentales impliquant des explosions de nuages de vapeur et est associé au volume de confinement et/ou d'obstruction présent dans le volume occupé par le nuage de vapeur. Le modèle est basé sur la méthodologie de Baker-Strehlow-Tang (BST) et estime l'ampleur de la surpression de pointe et l'impulsion spécifique en tant que fonction de la distance de la source de l'explosion.

Dans ce modèle, l'énergie de la combustion est estimée à l'aide de la masse de combustible dans le nuage inflammable et de la chaleur de la combustion. Il est présumé qu'on a affaire à un mélange stœchiométrique d'air et de combustible. Les propriétés du combustible, le ratio de blocage de volume, la densité de l'obstacle, les surfaces de confinement, la distance de l'impulsion, et le volume sont fournis par l'utilisateur et utilisés par le modèle pour calculer la vitesse des flammes. La surpression de pointe et l'impulsion spécifique à toute distance calibrée sont déterminées à partir de la vitesse calculée des flammes et des modèles BST de courbes d'explosion [Baker, 1999].

RÉFÉRENCES

BAKER, Q.A. et M.J. TANG (1999), "A New Set of Blast Curves from Vapor Cloud Explosion," *Process Safety Progress*, v.18, n° 4, 1999.

CHAMBERLAIN, G. A. (1987), "Developments in Design Methods for Predicting Thermal Radiation from Flares." *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 65, Juillet 1987.

HANNA, S. R., D. G. STRIMAITIS et J. C. CHANG (1991), *Hazard Response Modeling Uncertainty (A Quantitative Method), Evaluation of Commonly Used Hazardous Gas Dispersion Models*, Volume II. Study cosponsored by the Air Force Engineering and Services Center, Tyndall Air Force Base, Florida, and the American Petroleum Institute; performed by Sigma Research Corporation, Westford, Massachusetts, Septembre 1991.

JOHNSON, D. M., M. J. PRITCHARD et M. J. WICKENS (1990), *Large-Scale Catastrophic Releases of Flammable Liquids*. Commission of European Communities, Report EV4T.0014, 1990.

MARX, J.D. et B.R. ISHII (2017), "Revisions to the QMEFS Vapor Cloud Explosion Model". 2017 AIChE Spring Meeting & 13th Global Congress on Process Safety, San Antonio, TX, 26-29 mars 2017.

NÉDELKA, D., J. MOORHOUSE et R. F. TUCKER (1989), "The Montoir 24 m Diameter LNG Pool Fire Experiments." *Ninth International Conference on Liquefied Natural Gas* (Volume 2), Nice, France, Institute of Gas Technology, Chicago, Illinois, 1989.

WILSON, D. J. (1981), "Expansion and Plume Rise of Gas Jets from High Pressure Pipeline Ruptures." Research Paper, Pollution Control Division, Alberta Environment, Avril 1981.

ANNEXE C

MÉTHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DU RISQUE

Le risque posé par des installations de matières dangereuses est souvent exprimé comme le produit de la probabilité d'occurrence d'un événement dangereux et des conséquences de cet événement. Par conséquent, pour quantifier le risque associé avec des liquides dangereux, il est nécessaire de quantifier les probabilités des accidents qui pourraient entraîner des fuites de liquides dans l'environnement et les conséquences de ces fuites. Les fréquences de ces fuites et leurs conséquences potentielles pourront ensuite être combinées en utilisant une méthodologie uniforme et reconnue qui tient compte de l'influence des conditions météorologiques et d'autres facteurs pertinents.

Méthodologie de quantification du risque

La méthodologie de quantification de risque utilisée dans cette étude a été employée avec succès dans des études d'AQR qui ont été revues par des agences réglementaires de plusieurs pays à travers le monde. Ce qui suit est une brève description des étapes nécessaires à la quantification du risque associé aux liquides dangereux dans des installations. Pour des fuites de liquides dangereux, l'analyse peut être divisée selon les étapes suivantes.

1^{re} étape. Pour chaque zone des installations considérée dans l'étude, déterminer les cas de défaillance potentiels susceptibles de créer un nuage de gaz inflammable, une explosion de nuage de vapeur, un feu de chalumeau, un feu de nappe ou une explosion de vapeur en expansion de liquide en ébullition (BLEVE). Les sources potentielles de fuites sont déterminées en fonction d'une combinaison de données historiques d'accidents, d'information spécifique au site et d'analyses d'ingénierie par des ingénieurs en processus de sécurité. Certains des facteurs qui contribuent au choix et à la définition de chaque cas de défaillance sont :

- a. la composition, la température et la pression du liquide;
- b. l'inventaire de liquide dans le processus;
- c. l'emplacement de la fuite;
- d. les contrôles de procédés et les systèmes d'arrêt d'urgence.

2^e étape. Déterminer la fréquence d'occurrence de chaque scénario d'accident, et pour chacun, tous les résultats possibles. La fréquence initiale d'occurrence est la somme des fréquences de défaillance de toutes les parties du processus où une fuite de liquide dangereux pourrait entraîner un danger similaire. Chaque fréquence de défaillance est établie en fonction de l'expérience historique, de données de taux de défaillance pour des équipements similaires, de facteurs de service, des systèmes d'arrêt d'urgence et du jugement des professionnels de l'ingénierie. La fréquence d'occurrence pour chaque résultat de scénario est calculée à l'aide d'arbres d'événements.

3^e étape. Calculer l'aire de chaque zone potentielle de danger pour chaque population (les travailleurs à l'intérieur) créée par chacun des événements identifiés à la 1^{re} étape.

- i. Les dangers qui nous intéressent sont :
 - a. la radiation thermique de feux de chalumeau et de feux de nappe ainsi que de BLEVE ;
 - b. une surpression d'explosion de nuage de vapeur ;
 - c. des feux éclairs suite à une infiltration inflammable ;
 - d. une exposition toxique en conséquence d'une infiltration toxique.

- ii. La dimension de chaque zone dangereuse est fonction d'un ou de plusieurs des facteurs suivants :
 - a. la composition, la pression et la température du liquide faisant l'objet d'une fuite ;
 - b. la dimension de la brèche;
 - c. l'inventaire du système;
 - d. l'orientation de la fuite (vers le haut, à l'horizontale, vers le bas)
 - e. la vitesse des vents;
 - f. la stabilité atmosphérique;
 - g. le terrain local (incluant les retenues) ;
 - h. le diamètre du bassin de liquide;
 - i. la présence d'aires de confinement ou de congestion ;
 - j. les contrôles de procédés et les systèmes d'arrêt d'urgence.

4^e étape. Déterminer le risque posé par les installations exposées à des cas de défaillance potentiels.

- i. L'exposition potentielle d'une zone dangereuse spécifique dépendra des facteurs suivants.
 - a. La dimension (superficie) de la zone dangereuse
 - b. L'emplacement du récepteur relativement à l'emplacement de la fuite
 - c. La direction des vents
- ii. Déterminer l'exposition (telle que définie par les points-limites des dangers) à chaque zone de danger potentielle.
 - a. Effectuer des calculs de zones dangereuses associées à des nuages de vapeur inflammables (feux éclairs) et à des explosions de nuages de vapeur pour toutes les directions et vitesses de vents, stabilités atmosphériques, dimensions de brèches et orientations de fuites.
 - b. Effectuer des calculs de zones dangereuses associées à des feux de chalumeau et de nappe pour toutes les directions et vitesses de vents, dimensions de brèches et orientations de fuites. (Les zones de radiation dangereuses ne dépendent pas de la stabilité atmosphérique.)
 - c. Effectuer des calculs de BLEVE pour chaque réservoir de stockage de gaz liquéfié.
 - d. Effectuer des calculs d'infiltration d'édifices pour l'exposition à des nuages de vapeur inflammables et toxiques, le cas échéant.
- iii. Modifier chaque fréquence d'occurrence identifiée dans la 2^e étape par les probabilités conditionnelles applicables. Les probabilités conditionnelles sont regroupées comme suit:
 - a. $P(\text{orientation})$ = probabilité d'une fuite de liquide dangereux dans l'atmosphère en fonction d'une orientation en particulier.
 - b. $P(\text{dv}, \text{vv}, \text{stab})$ = probabilité que les vents soufflent d'une direction particulière (dv) à une certaine vitesse (vv) et d'une catégorie spécifique de stabilité atmosphérique, soit de A jusqu'à F (stab). Les données météorologiques sont généralement regroupées en 16 directions de vents, 6 catégories de vitesses de vents et 6 catégories de stabilité atmosphérique Pasquill-Gifford. Bien que les 576 combinaisons de ces conditions n'existent pas toutes, un nombre important d'entre elles existe pour chaque ensemble de données météorologiques. La Figure C-1 représente une vitesse de vents typique versus une distribution de stabilités pour la région de Gladstone.
 - c. $P(\text{ci})$ = probabilité d'une combustion immédiate (soit la probabilité qu'une combustion survienne presque simultanément avec la fuite).
 - d. $P(\text{cr})$ = probabilité d'une combustion retardée (soit la probabilité qu'une combustion survienne après la formation d'un nuage de vapeur).
 - e. $P(\text{con})$ = probabilité conditionnelle en fonction d'une utilisation non continue ou d'autres facteurs. (S'il n'y avait aucun facteur applicable, $P(\text{con}) = 1,0$.)

- iv. Totaliser les expositions potentielles de chaque danger pour toutes les fuites identifiées dans la 1^{re} étape. Ce total implique l'application de la fréquence de chaque zone dangereuse potentielle aux superficies couvertes par cette zone. Par exemple, la fréquence d'une explosion de nuage de vapeur spécifique est $f(\text{acc}) * P(\text{orientation}) * P(\text{vv, dv, stab}) * P(\text{cr}) * P(\text{con})$.
- v. Développer des mesures de risques individuels (risques spécifiques à un emplacement) selon l'impact total cumulatif de tous les résultats d'événements pour tous les cas de défaillance dans tous les emplacements dans ou à proximité des installations.
- vi. Développer des mesures de risque sociétal selon le nombre estimé de personnes dans divers endroits des installations qui pourraient être affectées par chaque résultat d'événement individuel.

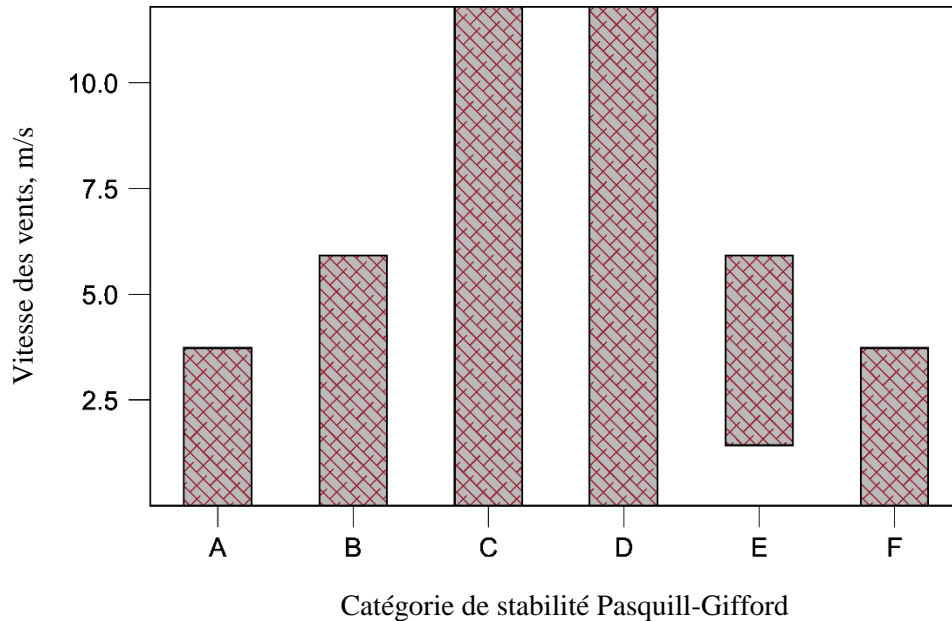


Figure C-1
Plage représentative de vitesses des vents/catégories de stabilité atmosphérique

Empreintes des dangers et zones de vulnérabilité

Lorsqu'on mène une analyse quantitative du risque, on doit déterminer les conséquences de chaque combinaison possible de :

- dimension de la brèche,
- orientation de la fuite,
- résultat de la fuite (danger),
- vitesse des vents,
- stabilité atmosphérique et
- direction des vents,

pour chaque cas de défaillance potentiel inclus dans cette étude. Pour chaque cas de défaillance, les combinaisons de ces facteurs donnent lieu à un ensemble d'accidents uniques.

Une empreinte de danger peut être définie comme une zone dans laquelle un accident unique spécifique est en mesure de produire un niveau quelconque de conséquences indésirables. Une zone de vulnérabilité est

définie comme une zone à l'intérieur d'un cercle créé par la rotation d'une empreinte de danger autour de son point d'origine. Tout point à l'intérieur de ce cercle pourrait, dans certaines situations données, être exposé à un niveau de danger égal ou supérieur aux points limites utilisés pour définir l'empreinte de danger. Toutefois, sauf pour des accidents qui produisent des zones de danger circulaires (p. ex. des explosions), seule une partie de la zone se trouvant dans la zone de vulnérabilité pourra être affectée par un accident unique. Cette situation est illustrée dans la Figure C-2 par l'exemple d'une empreinte de danger d'un nuage de vapeur inflammable (la zone hachurée) et sa zone de vulnérabilité. De plus, plusieurs accidents plus « petits » pourraient être en mesure de produire des empreintes de danger susceptibles d'affecter des parties de la zone de vulnérabilité associée à un accident « important ».

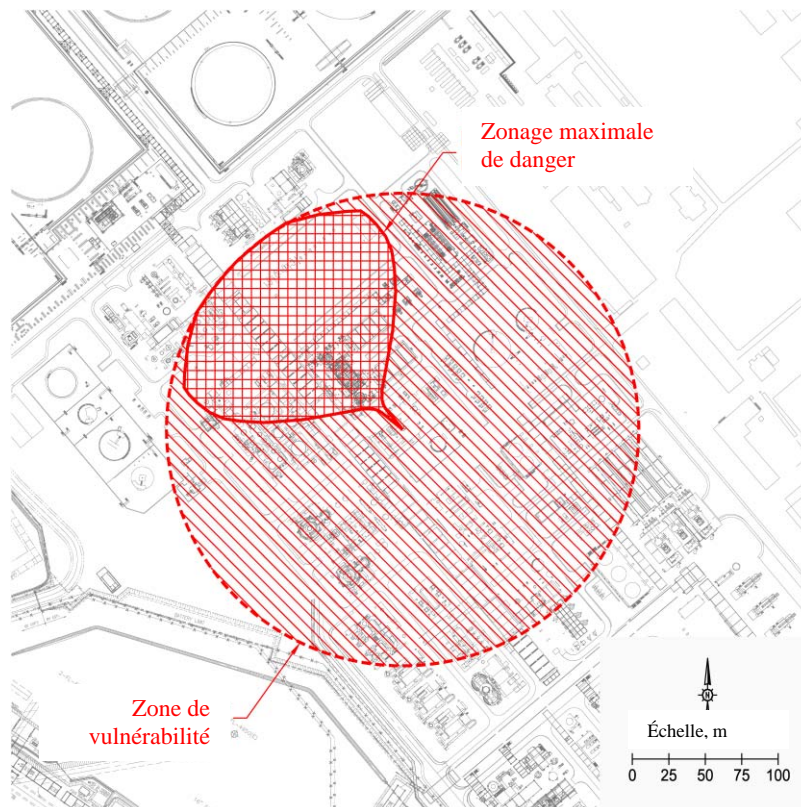


Figure C-2

Exemple d'empreinte de dangers et de zone de vulnérabilité pour un nuage de vapeur inflammable

Des zones de vulnérabilité peuvent être utilisées pour définir la dimension et la forme de la zone de la fuite à l'intérieur de laquelle il y a une probabilité d'exposition à un danger mortel. Les personnes situées à l'extérieur de cette zone ne seraient pas à risque de ce scénario d'accident unique.

Lorsque la zone de vulnérabilité à un danger (le cercle) dans la Figure C-2 est présentée, il n'y a aucune probabilité associée, étant donné que le nuage de vapeur ne peut pas couvrir l'entière superficie à un moment donné dans le temps. De plus, il y a d'autres possibilités de formation de nuages du même scénario de fuite qui pourrait couvrir une partie de la zone de vulnérabilité. Cette analyse de risque a considéré 21 combinaisons de vitesses de vents et de stabilité atmosphérique ainsi que 64 directions de vents pour chaque fuite. Ces conditions ont été utilisées lors de l'évaluation des cinq dimensions de brèches et plusieurs

résultats d'événements (feu éclair, surpression d'une explosion, feu de chalumeau et feu de nappe). L'empreinte de danger présentée dans la Figure C-2 est juste une des milliers de résultats possibles pouvant survenir suite à une fuite. Par conséquent, les zones de vulnérabilité ne sont pas une mesure significative du risque. En effet, les zones de vulnérabilité ne font que donner des renseignements sur les zones qui pourraient être exposées à un accident donné, mais ne donnent aucun renseignement sur la probabilité d'une exposition.

Contours de risques

Les risques conséquents à tous les accidents uniques possibles peuvent être combinés afin de produire une mesure du risque qui décrit l'ensemble des installations. La mesure du risque doit être présentée sous une forme facile à interpréter et qui peut être comparée aux critères de risque appropriés pour l'activité.

Une méthode de présentation qui satisfait ces critères est le recours à des contours de risques. Un exemple d'ensemble de contours de risques est présenté dans la Figure C-3 pour l'exemple d'accident présenté dans la Section 3. Si une mortalité hâtive était la mesure de risque, chaque contour de risque serait alors le centre des points où il existe une probabilité spécifique d'être exposé à un danger mortel, sur une période d'un an, à n'importe quel des dangers sérieux associés avec plusieurs fuites possibles. Parce que les contours de risques sont fonction de données annuelles, le niveau de risque pour un contour donné est le risque auquel est exposé une personne qui reste dans un endroit donné 24 heures par jour pendant 365 jours consécutifs. Il est important de souligner que les contours de risques sont généralement indépendants de la densité et de la distribution de la population locale. Par conséquent, qu'il y ait 2, 20 ou 200 personnes dans un emplacement spécifique (pendant l'année entière), le risque d'exposition à un danger mortel serait le même pour chacune de ces personnes dans cet emplacement.

Les contours de risques prédisent l'exposition potentielle d'une personne à des événements qui prennent leur origine dans des installations, une partie des installations ou un cas de défaillance en particulier. La mesure numérique prévue du risque représente la probabilité qu'une personne soit exposée à un danger mortel au cours d'une période d'un an. Par exemple, une valeur de $1,0 \times 10^{-6}$ /an (ou 10^{-6} en notation abrégée) représente une probabilité d'un sur 1 000 000 (un million) par année d'être touché mortellement par une des fuites incluses dans cette analyse. S'il était prévu que le niveau de risque surviendra dans un endroit spécifique, celui-ci représenterait la probabilité annuelle de mortalité dans cet endroit, en présumant que la personne restera dans cet endroit pendant toute l'année, en conséquence de toute fuite potentielle du système. Cette hypothèse de travail est désignée d'occupation continue et a été appliquée à cette étude.

Les contours de risques définissent l'ensemble de toutes les zones de dangers pour chaque accident unique combiné avec ses probabilités respectives. Un exemple de contours de risques dans la Figure C-3 représente la variation de la probabilité d'exposition annuelle entraînant une mortalité. Par conséquent, un emplacement situé à l'intérieur du contour 10^{-6} aurait une probabilité d'occurrence d'un sur un million d'un danger tel qu'il pourrait occasionner la mort d'une personne occupant cet emplacement.

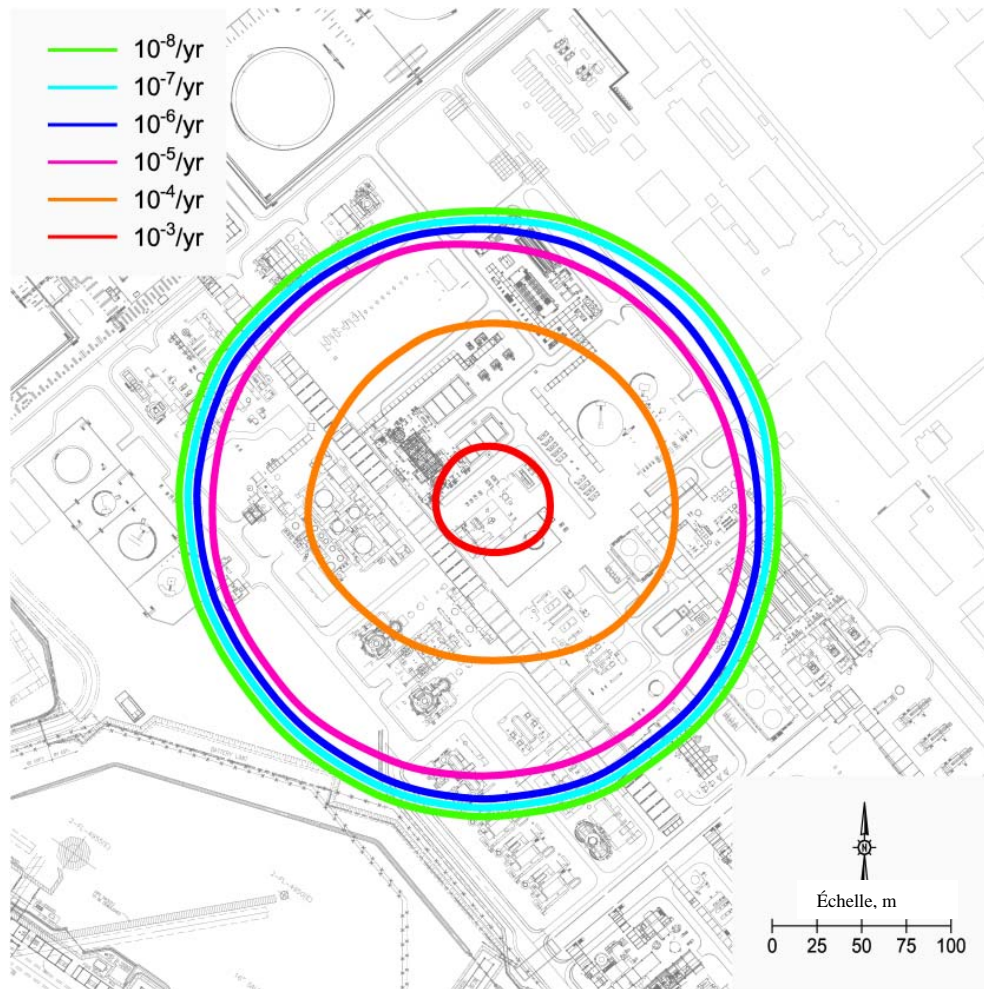


Figure C-3
Exemple de contours de risques spécifiques à un emplacement
pour toutes les fuites d'une conduite à faible pression de liquide séparateur

ANNEXE D

IMPACTS DE LA RADIATION THERMIQUE D'UN FEU ÉCLAIR ET D'UN INCENDIE

Tableau D-1
Impacts maximaux de la radiation thermique d'un feu éclair et d'un incendie

Nom du cas	Description	Distance maximale sous le vent [m] à	
		LII	7,28 kW/m ²
NGA00	Pipeline enfoui du gaz d'alimentation	20	480
NGA01	Gaz d'alimentation du pipeline	185	265
NGA02	Entrée du gaz d'alimentation au prétraitement	115	170
NGA03	Déshydratation du gaz d'alimentation	130	190
NGA04	Gaz sec à l'élimination des matières lourdes	435	195
NGA05	Gaz d'alimentation après l'élimination de matières lourdes	415	190
NGA06	Gaz d'alimentation au surpresseur	110	160
NGA07	Gaz d'alimentation au pré refroidissement	115	160
NGA08	Gaz d'alimentation au PECC	185	190
LNG01	GNL produit à la turbine hydraulique	465	105
LNG02	GNL dilaté au collecteur (<i>Rundown Header</i>)	445	105
LNG03	Collecteur GNL (<i>Rundown Header</i>)	545	210
LNG05	Pompage de GNL depuis un seul réservoir de stockage	800	270
LNG06	Conduite de sortie du GNL	1050	380
LNG07	Défaillance du bras de chargement de GNL	80	40
LNG08	Bras de chargement de GNL – Défaillance de la sortie électrostatique	665	210
PRE01	Vapeurs de propane à la compression	610	240
PRE02	Vapeurs de propane à HP	370	130
PRE03	Sortie du compresseur du réfrigérant de propane	700	305
PRE04	Accumulateur de réfrigérant de propane	780	335
PRE05	Propane aux refroidisseurs	820	360
PRE06	Alimentation de propane aux refroidisseurs de propane	800	330

Nom du cas	Description	Distance maximale sous le vent [m] à	
		LII	7,28 kW/m ²
MRE01	Liquide séparateur de MR à HP	630	250
MRE02	Vapeur séparatrice de MR à HP	140	145
MRE03	Vapeur de MR du PECC	625	245
MRE04	1 ^{er} stade de sortie de compression de MR	185	255
MRE06	MR comprimé aux réfrigérants de propane	470	280
CND01	Liquides séparateurs de froid	180	50
CND02	Liquides expandeurs séparateurs	205	120
CND03	Conduite de fonds de décapage d'éthane	180	140
CND05	Liquide de baril de reflux de stabilisateur de condensat	285	90
CND06	Fonds stabilisateurs de condensat	285	145
CND07	Condensat refroidi au stockage	30	10
CND08	Réservoir de stockage de condensat	145	40
CND09	Chargement de condensat sur un camion	90	25
ETH01	Cuve de stockage d'éthylène	380	100
ETH02	Déchargement de camion d'éthylène	150	35
ETH03	Composition d'éthylène à la liquéfaction	40	10
PRO01	Cuve de stockage de propane	635	220
PRO02	Déchargement du camion de propane	165	40
PRO03	Composition de propane à la liquéfaction	175	45

Légende:

PECC: principal échangeur de chaleur cryogénique

MR : mélange de réfrigérant

HP : haute pression

13-4 *ÉVALUATION QUANTITATIVE DE RISQUES MARINS*

GNL Québec Inc.

Projet Énergie Saguenay

**Analyse des risques d'accidents technologiques
majeurs liés au transport maritime de GNL**



GNL Québec Inc.

Projet Énergie Saguenay

Analyse des risques d'accidents technologiques majeurs liés au transport maritime de GNL

N° de projet : 711-38165

Rév. 0

2018-11-09

PRÉSENTÉ PAR

Tetra Tech QE Inc.

PRÉSENTÉ À

**GNL Québec Inc.
Projet Énergie Saguenay**

Préparé par:



09/11/2018

Michel Forest, ing.
Expert en analyse de risques
technologiques

Date

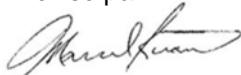


09/11/2018

Rupa Desai, ing.
Chargée de projet

Date

Révisé par :



09/11/2018

Marcel Ricard, B. Sc., DESS
Coordonnateur

Date

ÉQUIPE DE RÉALISATION

GNL Québec Inc.

Directrice environnement Caroline Hardy, ing.

Tetra Tech QE Inc.

Coordonnateur – Gestion des risques et mesures d’urgence Marcel Ricard, biol., DESS

Chargée de projet – Analyse et modélisation des risques technologiques Rupa Desai, ing.

Analyse des risques technologiques Michel Forest, ing.

Modélisation des risques technologiques Guillaume Nachin, ing.jr., M.ing

Expert en navigation maritime Yoss Leclerc, B.Sc., MBA, Capitaine

Édition Kassandra Croze

Référence à citer :

TETRA TECH QE 2018. Analyse des risques d’accidents technologiques majeurs liés au transport maritime de GNL. Rapport produit pour GNL Québec Inc. 44 pages et annexes. Novembre 2018.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

La firme Tetra Tech a été mandatée par GNL Québec, dans le cadre du projet Énergie Saguenay, pour effectuer une analyse de risques technologiques pour le transport de GNL par navires-citernes sur la rivière Saguenay et la voie maritime du Saint-Laurent jusqu'à Les Escoumins. Cette analyse vise à évaluer les risques individuels reliés à un accident technologique (ex. : incendie, explosion ou asphyxie) impliquant un navire-citerne transportant du GNL, afin d'assurer la protection du public. Les risques environnementaux liés à un déversement ne font pas l'objet de cette analyse, mais ont été couverts dans le rapport intitulé « Évaluation environnementale des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay » (WSP, 2018).

La présente analyse s'appuie principalement sur la directive du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC, 2015), la section 3.13 du processus d'examen TERMPOLE de Transports Canada (Transports Canada, 2014), le Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs du CRAIM (CRAIM, 2017) et le Guide d'analyse de risque d'accidents technologiques majeurs du MELCC (MELCC, 2002).

Le projet concerne les voies maritimes du Saguenay et du Saint-Laurent reliant les infrastructures maritimes de GNL Québec à la station de pilotage de Les Escoumins.

La méthodologie d'analyse de risques technologiques utilisée comporte quatre étapes principales, soit :

1. L'identification des dangers et l'élaboration de scénarios d'accident.
2. L'analyse de conséquences potentielles (par modélisation).
3. L'analyse de fréquences d'accidents.
4. L'évaluation du risque individuel et la comparaison aux seuils d'acceptabilité du risque.

L'identification des dangers comprend entre autres une revue de l'historique des accidents. Cette revue a été effectuée notamment dans le cadre de l'évaluation environnementale des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay présentée au MELCC pour le projet et a été complétée à l'aide de recherches documentaires.

Des scénarios d'accident ont été développés principalement selon le Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs du CRAIM. Ainsi, des scénarios de pire cas (normalisés) et des scénarios alternatifs d'accidents ont été développés. Les scénarios de pires cas (normalisés) représentent le déversement de la plus grande quantité de GNL. Ils sont associés à des brèches majeures d'un réservoir atmosphérique entraînant le déversement rapide de GNL (en moins de 30 minutes).

Une évaluation des conséquences a été effectuée pour les scénarios de pire cas et alternatifs dans le but de déterminer les distances où l'effet des dangers attribuables à un accident pourrait se faire sentir. Les paramètres utilisés dans l'évaluation des conséquences ont été sélectionnés pour représenter les conditions qui conduiraient au risque le plus élevé. Ainsi, ensemble, ils se traduisent par une surestimation des volumes déversés, des conséquences et du niveau de risque.

La conséquence la plus défavorable causée par un incendie provenant d'un navire-citerne s'étend sur une distance de 915 m avant d'atteindre la limite de radiation thermique de 5 kW/m². Il est important de noter que cette distance n'est pas représentative de l'ensemble du trajet emprunté par un navire-citerne.

En ce qui concerne les dangers d'explosion, l'analyse a démontré qu'il n'y a pas de conséquences en raison des caractéristiques du GNL et de l'absence de confinement des vapeurs inflammables.

Dans le cadre de l'analyse des conséquences, les effets dominos ont été évalués de façon qualitative. Il s'agit d'effets potentiels pouvant se produire lorsqu'un accident impliquant un navire-citerne peut affecter une infrastructure ou un bâtiment (ex. : navire) à proximité. La présente analyse démontre que le risque d'effet domino causé par un accident impliquant un navire-citerne transportant du GNL est très faible, compte tenu du peu d'infrastructures ou bâtiments se trouvant à l'intérieur des rayons de conséquences obtenus et des faibles fréquences d'occurrence.

Une évaluation des fréquences d'accidents a été réalisée afin de déterminer la probabilité d'occurrence d'un accident technologique. Cette analyse prend en compte les probabilités de défaillance générique des équipements, d'ignition et d'exposition liée à la direction des vents. Ces probabilités ont été appliquées à des grosseurs de fuite correspondant à des brèches de 250 mm, 750 mm et 1500 mm. Des probabilités d'ignition spécifiques ont été appliquées aux différents types d'infrastructures retrouvées sur un navire-citerne.

Le risque individuel calculé en termes de distances par rapport au navire-citerne accidenté a été évalué en utilisant les résultats de l'évaluation des conséquences et de la fréquence d'accidents. À la suite de cette évaluation, le trajet du navire-citerne a été examiné en fonction des critères recommandés dans les lignes directrices du Conseil canadien des accidents industriels majeurs (CCAIM) où le niveau de risque jugé acceptable est défini en fonction de l'utilisation du site (et des récepteurs sensibles qui y sont présents).

Les résultats de l'analyse des risques démontrent que les critères d'acceptabilité fixés par le CCAIM sont respectés sur l'ensemble du trajet emprunté par les navires-citernes desservant les installations maritimes de GNL Québec. Ainsi, on ne retrouve pas de récepteurs sensibles, tels des hôpitaux, des garderies et des résidences pour personnes âgées, dans les zones ayant un niveau de risques supérieur à $0,3 \times 10^{-6}$ (3 décès par 10 millions d'années). En outre, on ne retrouve pas de sites résidentiels et commerciaux à haute densité, incluant des endroits occupés en permanence, tels des hôtels et des centres de villégiature, dans les zones ayant un niveau de risques supérieur à 1×10^{-6} (un décès par million d'années). Étant donné que les résultats obtenus se situent à un niveau de risques à l'intérieur des limites jugées acceptables, il n'y a pas eu lieu d'effectuer des analyses de risques supplémentaires. De plus, les résultats de l'évaluation des risques indiquent que les mesures d'atténuation prévues sont adéquates.

En conclusion, la présente analyse de risques technologiques d'accidents démontre que le transport maritime de GNL pour le projet Énergie Saguenay de GNL Québec représente un risque individuel acceptable puisque les risques ont été évalués en utilisant de multiples hypothèses conservatrices, et que les risques réels posés devraient être inférieurs à ceux analysés.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE.....	1
1.1	DESCRIPTION DU PROJET	1
1.1.1	Installations maritimes	1
1.2	VOIE NAVIGABLE	2
1.3	NAVIRES-CITERNES DE GNL.....	2
1.3.1	Navires-citernes à membrane (type « membrane », et non type « A »)	2
1.3.2	Navires-citernes à sphère (types B et C).....	3
1.3.3	Navires-citernes prismatiques (type B).....	4
1.3.4	Système de récupération du gaz.....	4
2	MISE EN CONTEXTE DE L'ANALYSE DES RISQUES D'ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES	5
3	PRÉSENTATION SOMMAIRE DES COMPOSANTES DU PROJET	6
3.1	PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS.....	6
3.1.1	Infrastructures portuaires.....	6
3.2	LE PROJET ET SON ENVIRONNEMENT.....	8
3.2.1	Présentation de la zone d'analyse.....	8
3.2.2	Identification des éléments sensibles	9
4	MÉTHODOLOGIE	13
5	HISTORIQUE ET IDENTIFICATION DES DANGERS	15
5.1	REVUE HISTORIQUE DES ACCIDENTS	15
5.2	ACCIDENTS/INCIDENTS IMPLIQUANT DES NAVIRES-CITERNES TRANSPORTANT DU GNL	15
5.3	ACCIDENTS/INCIDENTS MARITIMES SURVENUS SUR LE SAGUENAY	17
5.4	IDENTIFICATION DES DANGERS.....	18
5.4.1	Identification des dangers liés au produit transporté.....	18
5.4.2	Analyse des défaillances	19
6	SÉLECTION DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS	22
6.1	GÉNÉRALITÉS SUR LES SCÉNARIOS.....	22
6.2	DIMENSIONS PHYSIQUES ET CONDITIONS OPÉRATIONNELLES DES NAVIRES-CITERNES DE GNL	23
6.3	SCÉNARIOS DE PIRE CAS	24
6.3.1	Brèches au niveau de la flottaison du navire.....	25
6.3.2	Brèches sous le niveau de la flottaison du navire	25
6.4	SCÉNARIOS ALTERNATIFS.....	26
6.4.1	Navires-citernes.....	27
6.4.2	Station de reliquéfaction du GNL.....	27
6.4.3	Salle des machines.....	28
7	ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES	29
7.1	MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES RAYONS D'IMPACT	29
7.1.1	Généralités	29
7.1.2	Outils de modélisation	29
7.1.3	Valeurs des seuils d'effets.....	29
7.1.4	Données météorologiques.....	31

7.1.5	Autres hypothèses retenues	31
7.2	RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION - CONSÉQUENCES (RAYONS D'IMPACT)	31
7.3	EFFETS DOMINOS	36
7.3.1	Effet domino vers une autre installation industrielle	36
7.3.2	Effet domino sur un autre navire	36
7.3.3	Effet domino sur une ligne électrique	36
8	ÉVALUATION DES FRÉQUENCES D'ACCIDENTS.....	37
8.1	GÉNÉRALITÉS	37
8.2	PROBABILITÉS DE DÉFAILLANCE DU NAVIRE-CITERNE ET DES ÉQUIPEMENTS CONNEXES	37
8.2.1	Probabilités de fuite de GNL liées à la collision avec un autre navire.....	38
8.2.2	Probabilités de fuite de GNL liées à l'échouement d'un navire-citerne.....	39
8.2.3	Probabilités de défaillance lors de collision au quai	40
8.2.4	Autres (fuites à la station de reliquéfaction et à la salle des machines).....	40
8.3	PROBABILITÉS D'IGNITION.....	40
8.3.1	Probabilités d'ignition immédiate	40
8.3.2	Probabilités d'ignition retardée	40
8.4	PROBABILITÉS LIÉES À LA DIRECTION DES VENTS	41
9	ÉVALUATION DU RISQUE	42
9.1	CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ	42
9.2	RÉSULTATS DE CALCUL DU RISQUE INDIVIDUEL	43
10	MESURES D'ATTÉNUATION ET RECOMMANDATIONS.....	44
10.1	PLAN DE MESURES D'URGENCE.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1	Population et superficie des municipalités traversées par la zone d'étude.....	10
Tableau 5-1	Typologie et occurrence des incidents et accidents sur le Saguenay (2004-2016)	18
Tableau 5-2	Caractéristiques du GNL	19
Tableau 6-1	Scénarios de pire cas	24
Tableau 6-2	Scénarios alternatifs	26
Tableau 6-3	Scénarios alternatifs (suite).....	27
Tableau 7-1	Conditions météorologiques considérées	31
Tableau 7-2	Rayons d'impact – Scénarios de pire cas	32
Tableau 7-3	Rayons d'impact – Scénarios alternatifs – Collision ou échouement	34
Tableau 7-4	Rayons d'impact – Scénarios alternatifs - Fuite au niveau des composantes.....	35
Tableau 8-1	Probabilité de défaillance générique liée à la collision par un navire-citerne transportant du GNL	38
Tableau 8-2	Probabilité de défaillance générique liée à l'échouement d'un navire-citerne de GNL	39
Tableau 8-3	Probabilités d'ignition retardée par type de source d'ignition.....	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1	Projet Énergie Saguenay dans la chaîne d'approvisionnement du gaz naturel vers les marchés mondiaux.....	1
Figure 1-2	Vue en coupe d'un navire-citerne GTT mark III	3
Figure 1-3	Vues en coupe d'un navire-citerne de GNL à sphères	3
Figure 1-4	Système de récupération du gaz pour l'utiliser en propulsion.....	4
Figure 3-1	Localisation approximative de l'aire de mouillage Les Razades.....	12
Figure 4-1	Diagramme de flux représentant la méthodologie de l'analyse de risques d'accidents technologiques utilisée	13
Figure 9-1	Critères d'acceptabilité du risque selon le CCAIM	42

ANNEXES

ANNEXE A	CALCULS DES PROBABILITÉS
ANNEXE B	PROBABILITÉS LIÉES À LA DIRECTION DES VENTS
ANNEXE C	RÉSULTATS – COURBES DE RISQUE INDIVIDUEL
ANNEXE D	RÉFÉRENCES

ACRONYMES/ABRÉVIATIONS

Acronymes	Définition
ACÉE	Agence canadienne d'évaluation environnementale
APL	Administration de pilotage des Laurentides
APS	Administration portuaire de Saguenay
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BST	Bureau de la sécurité des transports
CCAIM	Conseil canadien des accidents industriels majeurs
CD	Chart Datum
CPBSL	Corporation des pilotes du Bas-Saint-Laurent
CRAIM	Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
GCC	Garde côtière canadienne
GNL	Gaz naturel liquéfié
GTT	Gaztransport et Technigaz
LII	Limite inférieure d'inflammabilité
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
NOTMAR	Notices to Mariners (avis aux navigateurs)
OMI	Organisation Maritime Internationale
PERC	Powered Emergency Release Couplings
PMSSL	Parc marin Saguenay-Saint-Laurent
PNFS	Parc national du Fjord-du-Saguenay
SPB	Navire-citerne prismatique
STM	Services du trafic maritime
STQ	Société des traversiers du Québec
TERMPOL	Technical Review Process of Marine Terminal Systems and Transshipment Sites (Processus d'examen technique des terminaux maritimes et des sites de transbordements)
TNO	The Netherlands Organisation for applied scientific research
USEPA	Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis

Abréviations	Définition
barg	Bar gauge
cm	Centimètre
Gpi ³ /j	Milliard de pieds cubes par jour
kg/h	Kilogramme par heure
kg/s	Kilogramme par seconde
km	Kilomètre
kPa	Kilopascal
kW/m ²	Kilowatt par mètre carré
m	Mètre
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
m ³ /h	Mètre cube par heure
mm	Millimètre
Mm ³	Million de mètres cubes
Mm ³ /j	Million de mètres cubes par jour
MN	Mille nautique (1 MN = 1.852 km)
MN/an	Mille nautique par an
Mtpa	Million de tonnes par an
°C	Degré Celsius
Pa	Pascal
psi	Livre par pouce carré
tpl	Tonnes de port en lourd

1 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

1.1 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet prévoit la construction et l'exploitation d'un complexe de liquéfaction de gaz naturel sur un terrain qui est la propriété de l'Administration portuaire de Saguenay (APS). Le projet permettra de liquéfier environ 1,55 milliard de pieds cubes par jour (Gpi³/j) ou 44 millions de mètres cubes par jour (Mm³/j) de gaz naturel. Il aura une capacité de production de 10,5 Mtpa. Le gaz naturel liquéfié (GNL) sera principalement destiné à l'exportation sur les marchés mondiaux. Toutefois, selon la demande, le complexe de liquéfaction pourrait aussi approvisionner le marché local en GNL. La durée d'opération prévue du complexe de liquéfaction est d'approximativement 50 ans.

Le projet inclut la construction d'infrastructures maritimes, dont des nouveaux quais, afin de pouvoir accueillir des navires-citernes de différentes tailles y compris le type Q-Flex, ayant une capacité de charge en GNL allant jusqu'à 217 000 m³ de liquide refroidi à -162°C. Le nouveau site devrait accueillir de 150 à 200 navires-citernes par année, soit trois ou quatre par semaine.

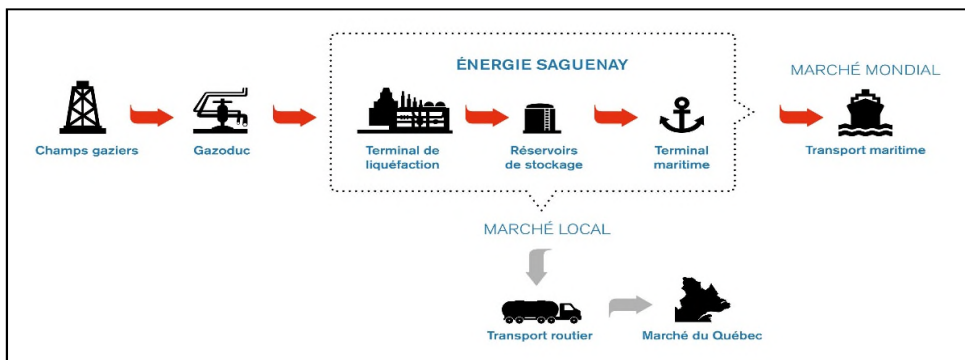
La présente étude concerne exclusivement le volet transport maritime du GNL par des navires-citernes.

1.1.1 Installations maritimes

Les infrastructures maritimes de GNL Québec seront situées à proximité des installations maritimes de Grande-Anse (Port Saguenay) de l'Administration portuaire de Saguenay (APS) dans l'arrondissement de La Baie de la ville de Saguenay au Québec, soit sur la rive sud de la rivière Saguenay et comprendront deux courtes jetées, deux quais et des ducs-d'Albe pour l'accostage des navires-citernes de GNL. Les quais seront aménagés pour que la profondeur d'eau à la face des quais soit au minimum de 15 m à marée basse pour pouvoir faciliter l'amarrage des navires-citernes. Les quais recevront les conduites cryogéniques et les bras de chargement de GNL, ainsi que les conduites de retour de vapeurs vers les installations de procédé.

La figure 1-1 illustre le projet du complexe de liquéfaction dans la chaîne d'approvisionnement du gaz naturel vers les marchés de GNL. L'exploitation des champs gaziers et des gazoducs vers le site du projet Énergie Saguenay ainsi que le transport maritime du GNL seront sous la responsabilité de tierces parties dans ces domaines. Le projet Énergie Saguenay de GNL Québec va inclure le complexe de liquéfaction, les réservoirs de stockage de GNL et les infrastructures maritimes.

Figure 1-1 Projet Énergie Saguenay dans la chaîne d'approvisionnement du gaz naturel vers les marchés mondiaux



(Source : GNL Québec, 2018.)

1.2 VOIE NAVIGABLE

Au niveau du transport maritime, l'évaluation des impacts du projet sur les voies navigables du Saguenay et du Saint-Laurent a fait l'objet d'une étude. Celle-ci inclut la voie de navigation qui sera utilisée par les navires-citernes à partir de la station de changement de pilotage des Escoumins, comprenant les voies maritimes du Saint-Laurent et du Saguenay jusqu'aux infrastructures maritimes de GNL Québec.

La présente analyse de risques couvre le même secteur à l'étude dans l'évaluation des d'impacts environnementaux et s'inscrit dans le Processus d'examen technique des terminaux maritimes et des sites de transbordements (TERMPOL) de Transports Canada. Les estimations initiales sont de l'ordre de 3 à 4 navires-citernes par semaine, selon la capacité de ces derniers, ce qui représente environ 150 à 200 voyages aller-retour par année.

1.3 NAVIRES-CITERNES DE GNL

En 2016, la flotte de navires-citernes à travers le monde se composait de 478 navires pour une capacité de transport de 69,3 Mm³ et 64 nouveaux navires-citernes étaient prévus d'être livrés en 2017 (GIIGNL, 2017).

Un navire-citerne présente de nombreuses particularités découlant des caractéristiques physiques du GNL, de la dangerosité de ce type de cargaison et de sa température de stockage. Du fait de la faible densité du GNL qui nécessite de grands volumes, le navire-citerne est un navire haut sur l'eau. Sa cargaison est transportée généralement dans 4 à 5 cuves. Les navires-citernes se déplacent généralement à une vitesse moyenne de 17 nœuds.

Le navire-citerne est pourvu d'une double coque qui permet, en cas d'accident (échouage, collision), de limiter la probabilité qu'une cuve soit éventrée. La cuve elle-même comporte une double barrière remplie d'azote gazeux destiné à empêcher toute réaction avec l'oxygène atmosphérique. Ce type de navire est pourvu de dispositifs de détection de fuite de gaz et de lutte contre l'incendie très fiables.

Il y a actuellement trois types de navires-citernes pour le transport de GNL correspondant chacun à une technique de fabrication des cuves : les navires-citernes à membrane, à sphères et les Prismatic IHI. Toutefois, ce dernier type de navire-citerne est plus rare. Pour le premier système, les cuves sont intégrées à la coque du navire. Dans les deux premiers cas, il existe une membrane dite secondaire qui retient le gaz liquide en cas de rupture de la membrane primaire.

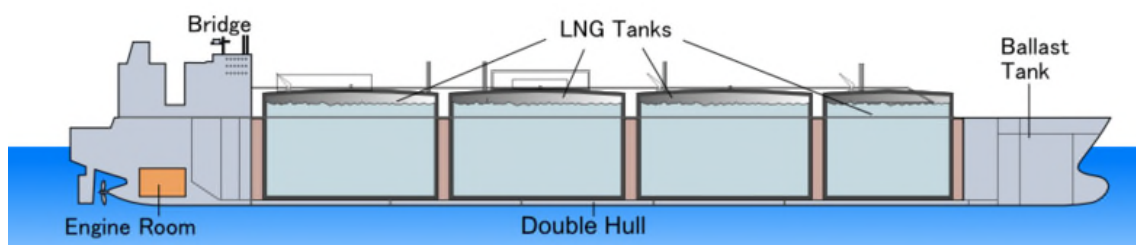
1.3.1 Navires-citernes à membrane (type « membrane », et non type « A »)

- **Membrane inox** : les cuves (en général au nombre de quatre) sont isolées par des blocs de mousse polyuréthane renforcée recouverte par une membrane en inox de 1,2 mm gaufrée. La forme ondulée de la membrane permettant d'absorber les efforts dus à la contraction thermique de l'inox pendant le transport du gaz à l'état liquide (-162°C).
- **Membrane Invar** : dans ce système, l'isolation est réalisée à l'aide de caissons de contreplaqué remplis de perlite (billes de roche volcanique) ou de laine de verre recouverte d'une membrane en Invar d'une épaisseur de 0,7 mm, le tout en deux couches. L'Invar est un alliage composé d'approximativement 36 % de nickel, ce qui réduit son coefficient d'expansion thermique (limite les forces de traction internes dues à la dilatation/rétraction du métal). L'aspect n'est donc plus gaufré étant donné qu'il y a moins de tensions, mais s'approche plus d'un plancher à lattes parallèles. La déformation du métal n'a pas lieu, à la différence des membranes inox.

Il existe d'autres systèmes à membrane développés en interne, notamment par la compagnie Gaztransport et de Technigaz (GTT); c'est une combinaison des membranes Invar et de l'isolation polyuréthane. Isolation des cuves (Invar ou inox) : la citerne doit être vue comme une double succession d'une membrane (Invar ou inox) et d'un caisson de contreplaqué (épaisseur d'environ 20 cm). La première isolation (la plus proche de la cargaison) est appelée « *inter-barrier space* », la seconde (plus proche de l'eau) est appelée « *insulation space* ». Ces deux épaisseurs sont « inertées » à l'azote (diminution de la concentration d'oxygène sous 2 %, en augmentant celle de l'azote, afin d'éviter tout risque d'ignition ou d'explosion).

Les navires à membranes constituaient en 2009 plus de 60 % de la capacité de transport mondiale de GNL et plus de 85 % en termes de navires du carnet de commandes. Cette technologie est la seule qui ait permis à ce jour la réalisation de navires de grande dimension de type Q-Flex (217 000 m³) et Q-Max (260 000 m³).

Figure 1-2 Vue en coupe d'un navire-citerne GTT mark III



(Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thanier>)

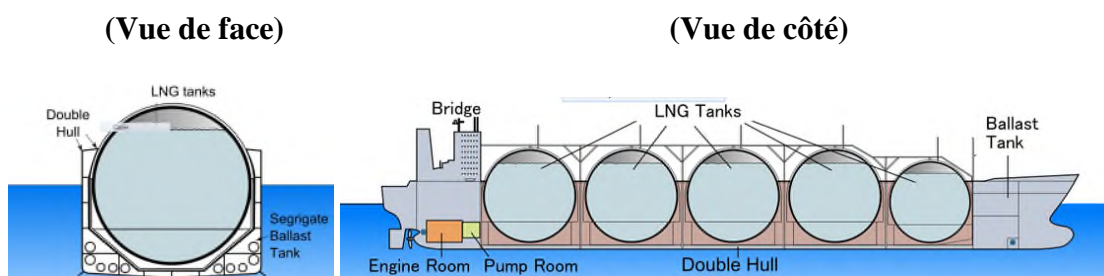
1.3.2 Navires-citernes à sphère (types B et C)

Les navires-citernes à sphère se composent de quatre à cinq cuves sphériques en aluminium recouvertes d'une isolation. Les sphères ne sont pas intégrées à la coque et dépassent du pont du navire.

Les navires-citernes à sphère sont également appréciés par les armateurs et sont moins sensibles au ballottage que les navires à membrane. Toutefois, cette particularité ne constitue aucunement un avantage dans l'utilisation des cuves des navires à sphère avec des remplissages partiels, ces dernières étant (autant) sensibles (que les membranes) aux chocs thermiques résultant du balayage des parois de cuve par le liquide froid. Par ailleurs, à capacité de transport égale, les navires à cuves sphériques sont plus longs, plus larges et plus lourds que leurs concurrents à membrane, ce qui justifie en grande partie la préférence mondiale pour la technologie française à membrane. Toutefois, les navires-citernes en type B n'ont jamais eu aucun problème de ballottage, ce qui est assez fréquent sur les membranes.

- Sphérique type B : même principe que *Prismatic*, mis à part que ces citernes sont sphériques.
- Sphérique type C : ces citernes sont prévues et renforcées pour transporter le gaz liquéfié par compression.

Figure 1-3 Vues en coupe d'un navire-citerne de GNL à sphères



(Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thanier>)

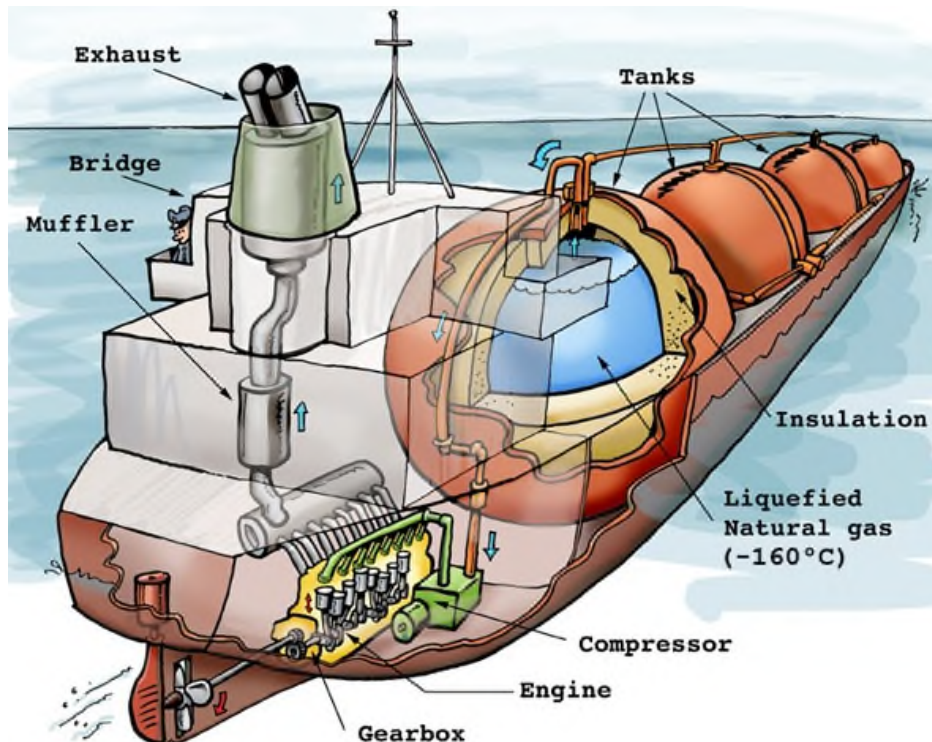
1.3.3 Navires-citernes prismatiques (type B)

Les navires-citernes prismatiques (SPB) sont constitués de conteneurs en aluminium indépendants dans la coque. Ce principe est utilisé par le Japonais IHI sur le *Polar Eagle* et l'*Artic Sun*, et le coréen Samsung HI qui en construit trois pour Flex LNG (2009). Le transport s'effectue à -163°C . Ces citernes ont été développées par études analytiques effectuées sur des maquettes. L'architecture de ces citernes est étudiée plus précisément que celle de type A, on a de meilleurs comptes rendus quant à la résistance à la fatigue, aux tensions et à la propagation de fissures éventuelles. Ainsi, pour les citernes type B, une seule isolation est nécessaire : la citerne est posée sur la coque du navire, on ne place une seconde isolation qu'entre le fond de la citerne et la quille du navire, pour protéger l'armature de la coque d'un écoulement éventuel de gaz liquide qui pourrait, en gelant l'acier, causer un affaiblissement de la structure. Le coût des recherches au développement est donc compensé par la réduction de l'épaisseur d'isolation supplémentaire.

1.3.4 Système de récupération du gaz

Certains navires-citernes sont propulsés par une installation à vapeur, bien que ce mode de propulsion tende aujourd'hui à être remplacé par un diesel admettant aussi bien des carburants classiques que du GNL. En effet, le gaz naturel liquéfié s'évapore naturellement malgré l'isolation des cuves (il existe d'ailleurs des événements de sécurité afin d'évacuer ce gaz à l'atmosphère en toute sécurité). Dans la mesure du possible, ces pertes sont récupérées afin d'alimenter les chaudières en remplacement du carburant ou en complément. De ce fait, ce type de navire est probablement le plus économique en pétrole, et peu polluant étant donné la qualité de la combustion du gaz. Il existe aujourd'hui de nouveaux types de navires-citernes propulsés par un système diesel-électrique, ces installations ayant un rendement supérieur.

Figure 1-4 Système de récupération du gaz pour l'utiliser en propulsion



(Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thanier>)

2 MISE EN CONTEXTE DE L'ANALYSE DES RISQUES D'ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES

Pour parcourir avec succès les mécanismes d'évaluation environnementale, le projet Énergie Saguenay devra répondre à toutes les normes provinciales et fédérales concernant la sécurité, la santé et l'environnement, de même que la protection des travailleurs et de la population. GNL Québec mènera des évaluations environnementales exhaustives conformément aux exigences des gouvernements du Québec et du Canada.

GNL Québec soumettra son projet Énergie Saguenay au processus d'évaluation environnementale du Québec, qui comprend une évaluation par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). Le projet sera aussi évalué par l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE). Il fera également l'objet d'un processus d'examen TERMPOL coordonné par Transports Canada, processus pour lequel le promoteur s'est engagé volontairement.

Le présent rapport a été élaboré en tenant compte notamment :

- des exigences prescrites à la section 5.1 de la directive du MELCC (MELCC, 2015);
- de la section 3.13 du Processus d'examen TERMPOL (Transports Canada, 2014);
- du Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs (CRAIM, 2017);
- du Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs (MELCC, 2002);
- du « *Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 68, Subpart B - Hazard Assessment* » de l'Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA, 2018);
- du « *Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis* » de l'Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA, 2009).

3 PRÉSENTATION SOMMAIRE DES COMPOSANTES DU PROJET

3.1 PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS

3.1.1 Infrastructures portuaires

3.1.1.1 Chargement des navires

La majorité des navires-citernes qui desserviront l'usine auront une capacité allant de 160 000 m³ à 180 000 m³. La dimension de ces navires varie entre 290 m et 300 m de longueur, environ 45 m à 50 m de largeur et un tirant d'eau d'environ 12 m. De 3 à 4 navires-citernes transiteront aux installations de GNL Québec par semaine.

Le GNL sera transféré des réservoirs vers la station de chargement des navires à l'aide de trois pompes centrifuges submersibles installées dans chacun des réservoirs, chacune à l'intérieur d'une colonne de pompage distincte. La capacité de pompage des pompes sera de 2 000 m³/h afin d'obtenir un taux de chargement de 12 000 m³/h aux navires. À ce rythme, le temps de chargement serait de l'ordre de 13 à 15 heures pour les navires-citernes qui utiliseront le plus fréquemment les quais de transbordement de GNL Québec.

Le GNL sera chargé dans les navires-citernes au moyen de bras de chargement installés sur le quai de chargement. Ces bras seront au nombre de quatre soit, deux bras pour le chargement du GNL, un bras pour les retours de vapeur et un bras hybride qui servira à l'une ou l'autre des activités, mais qui agira également comme rechange en cas de bris d'un des autres bras. Le taux de chargement des deux bras de chargement ainsi que du bras hybride sera de 4 000 m³/h, afin d'atteindre le taux total de 12 000 m³/h.

Lors des opérations de remplissage, la vapeur de GNL dans les cuves des navires sera brûlée ou retournée au train de liquéfaction grâce à un bras et à une conduite séparée. La vapeur excédentaire sera dirigée vers le système de récupération des gaz.

Tous les équipements de chargement seront montés sur des bases fixes munies d'un bassin de confinement. Les navires-citernes seront équipés de grues pour la manutention des tuyaux. Des vannes d'isolement et des vannes de purge seront installées au collecteur de chargement pour les conduites de liquide et de retour de vapeur afin que les tuyaux puissent être débloqués, drainés ou pompés, purgés et dépressurisés avant de les débrancher. Les vannes d'isolement sur les lignes liquides seront automatisées. Les connexions des tuyaux seront conçues avec des rotules et des raccords de connexion à séparation rapide pour un fonctionnement sûr et pour réduire les conséquences en cas d'accident.

3.1.1.2 Quais de transbordement

Les quais de transbordement sont conçus pour supporter principalement les bras de transbordement de GNL, les conduites, collecteur et équipement, une tourelle avec sa passerelle pour les navires, des équipements de lutte contre l'incendie et des systèmes d'éclairage. Leur conception allouera également l'espace nécessaire pour le stationnement et le virement des véhicules du personnel de maintenance ou d'une grue mobile. Chaque quai est muni d'une zone ceinturée d'un muret sous les bras de chargement et équipements de connexion afin de contenir tout déversement éventuel de GNL.

Chaque quai fera approximativement 46 m de large (le long de la rivière Saguenay) et 35 m de profondeur et sera à une élévation de +13 m Chart Datum (CD) afin d'avoir en tout temps le dégagement requis pour les plus gros navires-citernes. L'arrière du quai, soit la partie longeant la rive, se trouve complètement à l'extérieur de l'eau et s'appuie directement sur la berge. Les quais seront rattachés à la berge par une jetée qui supportera les conduites et qui permettra l'accès aux véhicules d'entretien et véhicule d'urgence.

3.1.1.3 Ducs-d'Albe

Une série de ducs-d'Albe seront implantés à chaque quai afin de permettre l'accostage et l'amarrage des navires-citernes et aussi de contrôler leur position parallèle au rivage. Chaque quai comportera quatre ducs-d'Albe d'accostage et six ducs-d'Albe pour l'amarrage.

Les ducs-d'Albe sont conçus pour absorber l'énergie d'accostage et les forces d'amarrage de toute la gamme de navires-citernes attendus aux installations de GNL Québec.

Les quatre ducs-d'Albe d'accostage comprennent les éléments suivants :

- le système de pare-chocs;
- un crochet double à libération rapide et cabestan;
- un éclairage, des garde-corps et des équipements de sécurité adaptés;
- une échelle allant du sommet du duc d'Albe jusqu'au niveau de l'eau à marée basse pour permettre d'accéder à l'eau ou d'en sortir de manière sécuritaire;
- des supports en acier pour les passerelles reliant les quais de transbordement et ducs-d'Albe entre eux.

Chaque duc-d'Albe d'accostage aura une dimension de 9 m par 9 m et sera supporté par quatre pieux d'acier emboîtés dans le roc.

Les six ducs-d'Albe d'amarrage se trouvent approximativement 40 m en retrait des ducs-d'Albe d'accostage, plus près de la rive. Ils servent à sécuriser l'avant et l'arrière des navires une fois accostés. Ils comprennent les éléments suivants :

- un crochet triple à libération rapide et cabestan;
- un éclairage, des garde-corps et des équipements de sécurité adaptés;
- une échelle allant du sommet du duc-d'Albe jusqu'au niveau de l'eau à marée basse pour permettre d'accéder à l'eau ou d'en sortir de manière sécuritaire;
- des supports en acier pour les passerelles reliant les quais de transbordement et ducs-d'Albe entre eux.

Chaque duc-d'Albe d'amarrage aura une dimension de 5,5 m par 5,5 m et sera supporté par un pieu d'acier emboîté dans le roc.

3.1.1.4 Passerelles

Tel qu'indiqué ci-haut, tous les ducs-d'Albe seront reliés les uns aux autres ainsi qu'au quai par des passerelles. Ces passerelles d'environ 1,2 m de large seront conçues en acier et munies de grilles antidérapantes au plancher, de mains courantes et d'éclairage.

Les passerelles seront supportées verticalement et horizontalement par les ducs-d'Albe. Les deux sections de passerelles les plus longues, situées à chaque extrémité des quais, nécessitent un support intermédiaire. Un pieu en acier emboîté dans le roc sera installé à mi-longueur de chaque passerelle. Un total de quatre pieux seront nécessaires pour les deux quais.

3.1.1.5 Aires d'accostage et de manœuvre

Le site des quais proposés pour le chargement du GNL se trouve naturellement en eaux profondes et ne requiert aucun dragage afin de permettre l'accostage ou le départ des navires-citernes. L'espace et la profondeur d'eau sont suffisants pour permettre des manœuvres sécuritaires pour tous les types de navires-citernes attendus aux infrastructures maritimes. L'aire de manœuvre autour du quai sera maintenue à l'eau claire durant l'hiver afin de faciliter toutes manœuvres d'entrée ou de sortie du port.

3.1.1.6 Remorqueurs

Les navires-citernes qui navigueront sur la rivière Saguenay pour se rendre aux installations de GNL Québec pourraient être accompagnés par des remorqueurs, à l'allée comme au retour. Leur nombre exact sera toutefois défini lorsque les simulations sur la navigation seront complétées.

3.1.1.7 Pilotage

Le pilotage des navires-citernes sera assuré par deux pilotes certifiés par l'Administration de pilotage des Laurentides (APL) et affiliés à la Corporation des pilotes du Bas-Saint-Laurent (CPBSL) qui sont très familiers avec les conditions particulières du Saguenay et de la voie maritime du Saint-Laurent dans le secteur entre Les Escoumins et l'embouchure du Saguenay.

En outre, une mesure récente découlant du *Règlement sur les activités en mer dans le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent* (DORS/2002-76) consiste à imposer une limite de vitesse maximale de 15 nœuds dans le secteur de l'embouchure du Saguenay entre le 1^{er} mai et le 31 octobre. De plus, de nombreux organismes gouvernementaux et non gouvernementaux recommandent aux navigateurs une mesure volontaire de réduction des vitesses à 10 nœuds pour certains secteurs du fleuve Saint-Laurent, dont les secteurs d'observation des mammifères marins situés près de l'embouchure du Saguenay. Cette mesure a pour but de protéger les mammifères marins, dont le béluga, des risques de collision ainsi que des effets sur leurs comportements liés aux bruits émis par les navires circulant à des vitesses supérieures. Un avis aux navigateurs est émis annuellement depuis 2013 concernant l'application de cette mesure au voisinage de l'embouchure du Saguenay. Ainsi, ces réductions de vitesses sont également applicables du 1^{er} mai au 31 octobre de chaque année. En outre, GNL Québec s'est engagé auprès de Transports Canada à naviguer en respectant la vitesse limite de 10 nœuds entre Les Escoumins et ses installations tout au long de l'année.

Enfin, le processus d'examen TERMPOL sera réalisé par Transports Canada pour le présent projet. Celui-ci tiendra compte des particularités techniques du projet, autant en ce qui a trait au transport maritime de GNL qu'à la manutention de la cargaison, afin de proposer au besoin des améliorations.

3.2 LE PROJET ET SON ENVIRONNEMENT

3.2.1 Présentation de la zone d'analyse

La zone d'analyse s'étend des infrastructures maritimes du complexe de liquéfaction de gaz naturel sur la rive sud de la rivière Saguenay jusqu'à la station de pilotage de Les Escoumins dans l'estuaire du Saint-Laurent. Elle comprend également un secteur appelé « Les Razades » où les navires-citernes pourraient être mis en attente dans l'éventualité où l'accès à la rivière Saguenay ne serait pas immédiatement disponible.

Depuis son embouchure dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, la voie navigable du Saguenay s'étend vers le nord-ouest sur une distance d'environ 130 km, et permet aux navires commerciaux de rejoindre les diverses installations portuaires du seul port régional, en l'occurrence le port de Saguenay. Ces installations se situent en rive sud du Bras Nord du Haut Saguenay ainsi qu'au fond de la Baie des Ha! Ha!

Fortement encaissée dans une vallée glaciaire bordée de hautes falaises rocheuses, qui se prolongent sur de grandes profondeurs sous l'eau, cette rivière d'environ 1 à 3 km de largeur selon l'endroit, n'a aucun couloir maritime bien défini, sauf en hiver, en amont de l'île Saint-Louis (Grosse Île). En effet, dans ce secteur, un couloir fait l'objet d'un entretien régulier par des brise-glaces entre la mi-décembre et la mi-mars de chaque saison hivernale. Après la mi-mars, une opération de déglacage a lieu afin de libérer les glaces qui sont encore présentes de chaque côté du fjord ainsi qu'à l'embouchure des rivières se déversant dans la Saguenay. Il est à noter que, pour le tronçon aval, les fluctuations de marée et les courants du Saguenay empêchent la formation d'une surface glacée continue en travers du cours d'eau et permettent d'évacuer rapidement les glaces flottantes.

Tout au long de son cours, la largeur du Saguenay est suffisante pour permettre aux navires commerciaux de naviguer en son centre, et même de croiser ou dépasser d'autres navires, ainsi que les bateaux d'excursion et les embarcations de plaisance, sans avoir à s'approcher des falaises. Cependant, afin de permettre néanmoins aux pilotes de pouvoir constamment s'orienter et ainsi d'éviter les écueils et autres sources potentielles d'accidents, de nombreux phares, feux de navigation et autres balises d'orientation sont installés à divers endroits de part et d'autre du fjord, de même que des concentrations de bouées tout juste en aval de son embouchure ainsi que dans le Bras Nord du Saguenay.

Il est à noter qu'en raison de la grande profondeur générale du Saguenay et de ses secteurs utilisés pour la navigation, il ne s'effectue aucun dragage d'entretien directement dans la voie navigable. Toutefois, bien que peu fréquents, des dragages d'entretien sont occasionnellement effectués près des quais dans le Bras Nord du Saguenay, au fond de la Baie des Ha! Ha! ainsi que dans le secteur de Tadoussac.

Aux fins de caractérisation de chacune des sections, les récepteurs potentiels de même que les caractéristiques du milieu environnant ont été identifiés.

3.2.2 Identification des éléments sensibles

Différents éléments sensibles, aussi appelés éléments récepteurs, entourant le trajet qui sera emprunté par les navires-citernes entre les infrastructures maritimes de GNL Québec et Les Escoumins sur le fleuve Saint-Laurent ont été pris en considération aux fins de l'analyse des risques individuels, afin d'évaluer le niveau d'acceptabilité des risques en fonction des critères établis par le Conseil canadien des accidents industriels majeurs (CCAIM) (voir section 9.1) et également parce qu'ils peuvent représenter des sources potentielles d'ignition en cas de fuites de GNL. Il s'agit notamment de :

- population (densité);
- institutions publiques (incluant les parcs naturels);
- traversiers et autres navires;
- autres éléments sensibles (marinas, camping, etc.).

3.2.2.1 Population et densité de population

Le tableau 3-1 présente les données de recensement de la population établies à partir de l'information contenue dans le rapport intitulé « Évaluation des effets et des risques liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay » (WSP, 2018) et dans laquelle on retrouve le nombre d'habitants recensés par municipalité de part et d'autre du Saguenay.

Tableau 3-1 Population et superficie des municipalités traversées par la zone d'étude

ENTITÉ MUNICIPALE	POPULATION	SUPERFICIE (KM ²)
Ville de Saguenay	145 850	1 137
MRC du Fjord-du-Saguenay	21 789	38 936
Saint-Fulgence	2 031	351
Sainte-Rose-du-Nord	401	118
Saint-Félix-d'Otis	1 074	233
Rivière Éternité	471	478
L'Anse-Saint-Jean	1 223	507
Mont-Valin (TNO)	5	33 793
Petit-Saguenay	691	329
MRC de La Haute-Côte-Nord	10 901	11 260
Les Bergeronnes	691	268
Les Escoumins	1 956	267
Sacré-Cœur	1 824	301
Tadoussac	819	51
MRC de Charlevoix-Est	16 017	2 283
Baie-Sainte-Catherine	199	233
Essipit	263	0,8

(Source : WSP, 2018)

En bordure du Saguenay, la population est essentiellement concentrée dans la Ville de Saguenay, dont les arrondissements riverains de la zone d'étude sont ceux de La Baie et de Chicoutimi. Moins peuplées, les autres municipalités possèdent, pour la plupart, un centre du village situé à bonne distance des rives du fjord. En fait, les municipalités présentant une trame urbaine à proximité du Saguenay sont Saint-Fulgence, Tadoussac et Baie-Sainte-Catherine. À celles-ci s'ajoutent celles de Sainte-Rose-du-Nord et de L'Anse-Saint-Jean, qui possèdent un noyau urbain au fond d'une anse. Le long du fleuve Saint-Laurent, la population riveraine de la zone d'étude élargie se concentre surtout à Les Escoumins, dans la baie des Escoumins et entre les anses à Robitaille et de la Tente, ainsi qu'à Essipit. Les rives du Saguenay sont peu peuplées et essentiellement de tenure privée dans leur partie amont (secteurs de Saguenay, de Saint-Fulgence et de Sainte-Rose-du-Nord), alors qu'elles sont majoritairement du domaine public pour le reste du fjord jusqu'à Tadoussac et Baie-Sainte-Catherine. Dans leur partie aval, elles sont situées principalement dans le parc national du Fjord-du-Saguenay (PNFS), lequel est de juridiction provinciale. Les rives du Saint-Laurent sont majoritairement de tenure publique à Tadoussac et de tenure privée depuis Les Bergeronnes jusqu'à la baie des Escoumins. Quant à la réserve indienne d'Essipit, elle est constituée de terres publiques de juridiction fédérale.

3.2.2.2 Utilisation du plan d'eau

Le fjord du Saguenay et le fleuve Saint-Laurent, entre Baie-Sainte-Catherine et Les Escoumins, font l'objet de plusieurs usages par les communautés locales et régionales, notamment :

- la navigation commerciale;
- la navigation de plaisance;
- la navigation touristique d'excursion en mer;
- la navigation de passagers;
- la navigation touristique de croisières;
- le canotage et le kayak de mer;
- la plongée sous-marine;
- la pêche commerciale (fleuve Saint-Laurent seulement);
- la pêche récréative estivale et hivernale;
- la chasse aux oiseaux migrateurs;
- la chasse au phoque;
- l'observation de la nature;
- les activités aquatiques diverses (p. ex. plages et baignade, kite-surf, planche à rame).

3.2.2.3 Activités maritimes et récréotouristiques

Les activités de récréation nautique et aquatique sont pratiquées dans la zone d'analyse, soit par des riverains, des résidents de la région, des membres des communautés autochtones, dont celle d'Essipit, des personnes provenant de régions voisines pour de courtes excursions ou encore des touristes. À titre indicatif, le parc marin Saguenay-Saint-Laurent (PMSSL) indiquait qu'en 2010, il y a eu près de 20 000 sorties pour les excursions en mer, plus de 24 000 jours-visites de plaisanciers, plus de 40 000 jours-visites pour les kayakistes, plus de 2 500 jours-plongeurs et près de 150 passages de navires de croisière dans le territoire du parc (WSP, 2018). Le parc marin est fréquenté de mai à octobre, avec un achalandage plus marqué en juillet et en août. Le secteur de l'embouchure du Saguenay, à la hauteur de Tadoussac et de Baie-Sainte-Catherine, s'avère l'endroit le plus achalandé du fjord du Saguenay et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent pour la pratique d'activités récréotouristiques (WSP, 2018).

3.2.2.4 Traversiers et autres navires

À quelque 700 m en amont de l'embouchure du Saguenay, des traversiers opérés par la STQ relient Baie-Sainte-Catherine à Tadoussac de jour comme de nuit. Selon la période de l'année, on dénombre entre 85 et 130 traversées quotidiennes, pour un total annuel d'environ 40 000, ce qui fait de ce secteur le plus achalandé du Saguenay et de loin.

En plus des navires marchands et des traversiers de la STQ, le secteur de l'embouchure du Saguenay est caractérisé par une navigation maritime dense, principalement entre mai et octobre (WSP, 2018). Cette zone est en effet très fréquentée, autant par les excursionnistes que par les plaisanciers. Bien que les embarcations de la deuxième catégorie soient généralement de petite taille et ne présentent pas un risque majeur pour les navires commerciaux, elles sont souvent pilotées par des plaisanciers ayant une formation ou une expérience limitée pouvant potentiellement mettre ces derniers en situation dangereuse face aux navires commerciaux qui peuvent difficilement dévier de leur trajectoire (WSP, 2018) en raison de leur grande taille et des nombreuses autres contraintes du secteur.

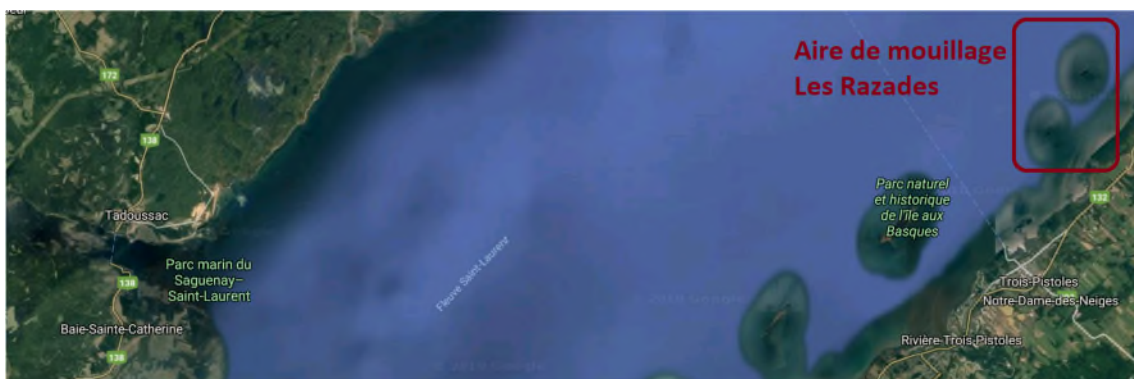
Le secteur du fleuve Saint-Laurent à l'embouchure du Saguenay est également très achalandé par les navires marchands circulant en direction ou en provenance de la région amont du fleuve.

Le quai de Les Escoumins est utilisé pour le service de traversiers Les Escoumins – Trois-Pistoles, une liaison opérée par la Compagnie de navigation des Basques de la fin mai au début d'octobre (WSP, 2018).

Le transport maritime de passagers dans la zone d'étude se fait également dans le fjord via le circuit de la navette maritime des Croisières du Fjord. Ce service, accessible aux piétons et aux cyclistes, dessert les localités de Saguenay (La Baie), de Sainte-Rose-du-Nord, de Rivière-Éternité, de L'Anse-Saint-Jean et de Tadoussac (WSP, 2018). Le quai de Bagotville à La Baie, pour sa part a accueilli 54 navires de plus de 50 000 passagers en 2017, il s'agit d'un port d'escale pour les croisières internationales à Saguenay.

3.2.2.5 Aire de mouillage Les Razades

En cas d'accès interdit à la rivière Saguenay pour une certaine période, un navire-citerne pourrait être dirigé temporairement vers une zone de mouillage non définie sur les cartes marines et appelée Les Razades. Comme cette aire n'est pas officiellement définie, nous avons supposé qu'elle se trouve entre les îles La Razade d'en haut et La Razade d'en bas qui sont interdites à la population, car il s'agit de refuges d'oiseaux de mer. Cette zone est située à plus de 2.5 kilomètres de la rive. De plus, comme ce secteur est très peu fréquenté par des gros navires, et qu'un cas d'échouement, s'il y a lieu, surviendrait à basse vitesse, nous avons donc considéré que le risque d'accident technologique majeur est nul à cet endroit.

Figure 3-1 Localisation approximative de l'aire de mouillage Les Razades

(Source : Google Earth, 2018.)

3.2.2.6 Autres éléments sensibles

Les autres éléments sensibles concernent la présence de marinas, rampes de mise à l'eau, terrains de camping et secteurs d'activités diverses, tel que chasse, pêche, plongée sous-marine et autres activités de plein air que l'on retrouve le long du Saguenay, ainsi que sur les rives du Saint-Laurent.

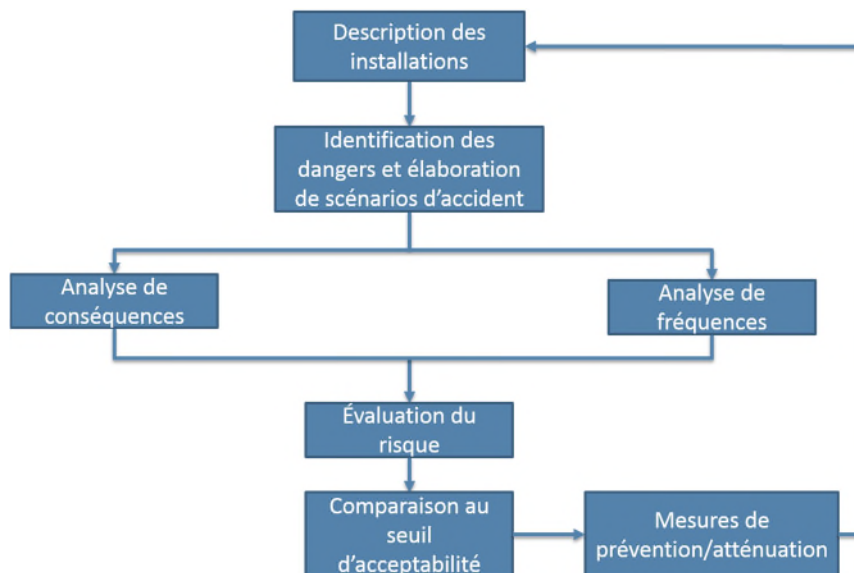
4 MÉTHODOLOGIE

L'analyse des risques d'accidents technologiques vise ultimement à évaluer les risques individuels pour la population en raison des risques d'incendie, d'explosion et d'effet toxique (asphyxie) reliés à la présence de navires-citernes transportant du GNL. La méthodologie d'évaluation de risques (Figure 4-1) utilisée est conforme aux directives du MELCC et du TERMPOL. Elle se réfère au Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs (CRAIM, 2017), au Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs (MELCC, 2002) et à la section 3.13 du processus d'examen TERMPOL (Transports Canada, 2014). Il est à noter que le Guide du CRAIM et le Guide du MELCC ont été développés principalement pour des sites industriels comportant des réservoirs d'entreposage et des composantes de procédés industriels et non pour des navires-citernes, toutefois, la même méthodologie peut être adaptée à ce contexte.

La méthodologie d'évaluation utilisée comporte quatre étapes principales, soit :

1. L'identification des dangers et l'élaboration de scénarios d'accident.
2. L'analyse de conséquences potentielles (par modélisation avec le logiciel PHAST de DNV-GL, version 8.11).
3. L'analyse de fréquences.
4. L'évaluation du risque individuel (avec le logiciel SAFETI de DNV-GL, version 8.11) et la comparaison aux seuils d'acceptabilité du risque (CCAIM).

Figure 4-1 Diagramme de flux représentant la méthodologie de l'analyse de risques d'accidents technologiques utilisée



Aux fins de la présente analyse de risques, les conditions d'exploitation ont été choisies pour représenter les effets de conséquences maximales et le risque individuel le plus élevé qui pourrait être obtenu en fonction des données disponibles. Parce que cette approche a été appliquée aux différents paramètres utilisés, elle nous assure d'avoir le plus haut niveau de confiance possible dans les résultats obtenus grâce à une surestimation du risque. L'identification des dangers est la première étape de l'analyse d'accidents technologiques (voir section 5). À cette étape, les dangers aussi bien internes qu'externes sont analysés.

Les dangers sont notamment évalués à partir d'une revue historique des accidents pour des navires comparables, des accidents de navigation le long de la route qui sera empruntée par les navires-citernes, de l'identification des dangers liés au produit transporté et de l'analyse des défaillances.

Les scénarios d'accidents (section 6) sont élaborés et définis à partir des différents dangers identifiés. Pour un navire transportant du GNL, il s'agit essentiellement de scénarios d'incendie et d'explosion liés à des brèches de diverses dimensions pouvant se produire ainsi que du danger d'asphyxie en cas de fuite sur le navire. La méthodologie utilisée pour la présente analyse s'inspire de celle recommandée dans le Guide du CRAIM. Cependant, comme la notion de scénario normalisé a été développée pour s'appliquer à des sites industriels comportant des réservoirs d'entreposage et des composantes de procédés industriels, et non pour des navires, nous avons adapté la méthodologie en utilisant des scénarios de brèches majeures d'un réservoir atmosphérique entraînant le déversement rapide de GNL (en moins de 30 minutes) afin de simuler les scénarios de pire cas (normalisés). Ces scénarios sont utilisés pour déterminer les pires conséquences lors de la planification des mesures d'urgence. Les scénarios alternatifs ont été développés à partir de différentes dimensions de brèche, telles que retrouvées dans la littérature spécialisée sur ce sujet. Ceux-ci représentent des situations plus plausibles. L'ensemble de ces scénarios ont servi de base pour le calcul du risque individuel.

Ces scénarios sont par la suite soumis à l'analyse des conséquences (section 7) avec le logiciel PHAST de DNV-GL version 8.11. Les scénarios d'incendie sont évalués en termes d'effet de radiation thermique tandis que les scénarios d'explosion sont évalués en fonction des effets de surpression. Les scénarios de toxicité (asphyxie) sont évalués en fonction du seuil d'asphyxie relié à la concentration de méthane dans l'air.

Parallèlement à l'analyse des conséquences, une analyse des fréquences d'accidents (section 8) est effectuée. L'analyse des fréquences prend en compte notamment les probabilités de défaillance générique des équipements, d'ignition, d'exposition liée à la direction des vents et de la présence d'un individu. Les fréquences sont évaluées en fonction de différentes dimensions de brèches entraînant des fuites.

Les résultats de l'évaluation des fréquences et des conséquences sont combinés avec le logiciel SAFETI de DNV-GL version 8.11 de manière à estimer le risque individuel annuel en termes de niveau de risque en fonction des distances par rapport au navire. Le risque individuel est défini comme étant la probabilité de décès sur une période donnée d'une personne non protégée présente à un point fixe et qui ne peut s'éloigner de la zone à risque.

Le trajet du navire a par la suite été examiné en fonction des distances obtenues en considérant les différents récepteurs sensibles se trouvant à l'intérieur de ces limites. Ces résultats ont été comparés aux critères d'acceptabilité des risques individuels développés par le CCAIM (Section 6.2, CRAIM, 2017).

Dans l'éventualité où un risque jugé non acceptable est identifié, les mesures d'atténuation du risque (section 9) sont revues en fonction des niveaux de risques obtenus, de façon à réduire le risque jusqu'à un niveau acceptable.

5 HISTORIQUE ET IDENTIFICATION DES DANGERS

En tant que processus, l'analyse des risques technologiques débute par l'identification des dangers potentiels. Le processus d'identification des dangers est essentiellement axé sur l'identification des dangers et des défaillances qui pourraient éventuellement survenir et qui pourraient avoir une incidence sur divers récepteurs. Toutefois, dans le cadre de l'analyse des risques technologiques, seuls les risques liés à un incendie, une explosion ou à la toxicité (asphyxie) ont été considérés, car les risques pour l'environnement ont fait l'objet d'une étude indépendante détaillée présentée dans le rapport « Évaluation environnementale des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay » (WSP, 2018).

L'identification des dangers comprend une revue des accidents survenus sur des navires comparables, suivi d'une identification des causes potentielles d'accidents liés aux produits transportés, à la conception, à la construction ou à l'exploitation du navire ainsi qu'aux phénomènes ou événements hors du contrôle de l'exploitant qui pourraient entraîner une menace pour la population se trouvant sur la voie maritime (à bord de navires ou autres embarcations) ou se trouvant à proximité.

5.1 REVUE HISTORIQUE DES ACCIDENTS

Afin de pouvoir identifier les types de dangers susceptibles de survenir et d'établir des données statistiques fiables, une revue historique d'accidents doit être entreprise et constitue la première étape associée à l'identification des dangers reliés à un projet. Ce processus repose sur les antécédents reliés à des navires similaires et est étayé par des études statistiques à l'échelle mondiale et locale. Cette revue a été effectuée en partie dans le cadre de l'évaluation des risques environnementaux inclus dans l'étude d'impact pour le projet et complétée à l'aide d'une recherche documentaire à l'aide de mots clés.

5.2 ACCIDENTS/INCIDENTS IMPLIQUANT DES NAVIRES-CITERNES TRANSPORTANT DU GNL

Entre 1959 et 2010, les navires-citernes ont transporté plus de 33 000 cargaisons de GNL sans accident grave en mer ou dans un port (WOODWARD, 2010). Il n'y a jamais eu d'incident impliquant une brèche dans les systèmes de confinement qui aurait provoqué des fuites de cargaison résultant d'une collision, d'un échouement, d'un incendie, d'une explosion ou d'une défaillance de la coque. Ceci est confirmé par quatre incidents d'échouement sans perte de cargaison. La liste suivante présente les différents cas d'accidents répétés impliquant un navire-citerne :

1. 1964, Arzew, Algérie : au cours des opérations de chargement, la foudre a frappé la colonne d'évacuation avant du *Methane Progress* et a enflammé la vapeur qui était régulièrement ventilée par le système de ventilation du navire. Un événement similaire s'est produit au début de 1965, alors que le navire était en mer peu après son départ d'Arzew. Dans les deux cas, la flamme a été rapidement éteinte par purge à l'azote via une connexion à la colonne montante.
2. 1965, Arzew, Algérie : déversement de GNL du navire *Jules Verne* résultant du débordement d'une citerne de la cargaison qui a provoqué la fracture du revêtement de la citerne et du pont adjacent.
3. 1965 : les bras de décharge de GNL du navire *Methane Princess* ont été déconnectés prématurément avant que les conduites aient été complètement drainées, ce qui a fait passer le liquide de GNL à travers une vanne partiellement ouverte et sur un plateau d'égouttage en acier inoxydable placé sous les bras. Cela a provoqué l'apparition d'une fracture en forme d'étoile dans le revêtement du pont malgré l'application d'eau de mer.
4. 1974, Arzew, en Algérie : le navire *Methane Progress* d'une capacité de 27 400 m³ s'est échoué. Le gouvernail a été endommagé. Aucun GNL n'a été libéré (CHIV, 2003).

5. 1974, USA : après une panne de courant et la fermeture automatique des vannes de la conduite de liquide principale, 40 gallons de GNL ont fui lors du chargement sur une barge. Le GNL s'est échappé d'une vanne de soupape à purge d'azote d'un pouce sur le collecteur de liquide du navire, ce qui a causé plusieurs fractures aux plaques de pont.
6. 1977, Bontang, Indonésie : lors du remplissage d'une citerne sur le navire *Aquarius*, le GNL a débordé à travers le mât de ventilation desservant cette citerne. L'incident peut avoir été causé par des difficultés au niveau du système de jauge de niveau de liquide. L'alarme de niveau supérieur a été mise en mode dérogation pour éliminer les alarmes intempestives.
7. 14 août 1978 : le *Khannur*, d'une capacité de 123 890 m³, est entré en collision avec le cargo *Hong Hwa* dans le détroit de Singapour avec des dommages mineurs. Aucun gaz naturel liquéfié n'a été libéré (ibid.).
8. 1979, États-Unis : lors du déchargement de la cargaison du *Mostafa Ben Bouliad* à Cove Point, dans le Maryland, un clapet anti-retour dans la tuyauterie du navire n'a pas fonctionné libérant une petite quantité de GNL. Cela a entraîné des fractures mineures du revêtement du pont.
9. 29 juin 1979 : le *Paul Kayser d'El Paso*, d'une capacité de 125 000 m³, s'est échoué à pleine charge à 19 nœuds pour éviter un autre navire dans le détroit de Gibraltar, ce qui peut être considéré comme un échouement dans le pire des cas. Le fond a été lourdement endommagé et un réservoir de GNL a été déformé. Le navire a été remis à flot et la cargaison a été transférée sur un autre navire, le *El Paso Sonatrach*. Aucun gaz naturel liquéfié n'a été libéré (ibid.).
10. 12 décembre 1980 : le *Taurus*, un navire de GNL de 125 000 m³, s'est échoué par gros temps à Mutsure Anchorage, au large de Tobata, au Japon. Le fond était très endommagé. Le navire a été remis à flot et s'est rendu par ses propres moyens au terminal méthanier de Kita Kyushu et a déchargé sa cargaison. Aucun gaz naturel liquéfié n'a été libéré (ibid.).
11. 1985 : *Ramdane Abane*, un navire de 126 000 m³, a fait l'objet d'une collision alors qu'il était chargé. Le côté bâbord a été touché, mais aucun gaz naturel liquéfié n'a été libéré (ibid.).
12. 21 mai 1997 : le *Northwest Swift* de 125 000 m³ est entré en collision avec un navire de pêche à environ 400 km du Japon. La coque a été endommagée, mais aucune infiltration d'eau et aucun gaz naturel liquéfié n'ont été relâchés (ibid.).
13. 2008, Au large de Cape Cod, États-Unis, le méthanier *Catalunya Spirit* perd sa propulsion. Des remorqueurs ont été appelés à sauver le navire du naufrage.
14. 2013, Yokohama Bay, Japon : le navire-citerne japonais *LPG Sakura Harmony* et le navire-citerne *Puteri Nilam Satu* sont entrés en collision. Ils avaient tous les deux des pilotes à leur bord.
15. 2013, Singapour : un navire méthanier entre en collision avec un cargo - les deux vont dans la même direction.
16. 2014, Nigeria : un navire méthanier nigérian (avec pilote à bord) s'échoue au large des installations de Bonny Island. Un 2^e navire-citerne effectue un transfert de fret maritime.
17. 6 octobre 2015 : un cargo néerlandais a coulé au large du port de Zeebrugge à la suite d'une collision avec un méthanier. Un hélicoptère de sauvetage *Sea King* a immédiatement été dépêché sur place pour sortir l'équipage des flots.

Note : ces informations ne concernent que les accidents impliquant au moins un navire-citerne transportant du GNL et proviennent de diverses sources.

De plus, il y a eu des incidents avec des navires-citernes à quai (WOODWARD, 2010):

1. 12 juin 1974 : le cargo, le Methane Princess a été percuté par le cargo Tower Princess alors qu'il était amarré au terminal méthanier de Canvey Island, créant une entaille de 3 pieds dans la coque extérieure (ibid.).
2. Décembre 1983 : le Norman Lady, d'une capacité de 87 600 m³, refroidissait les bras de transfert de cargaison avant son déchargement à Sodegaura (Japon), lorsque le navire s'est soudainement mis en marche arrière par ses propres moyens. Tous les bras de transfert de la cargaison ont été rasés et le GNL s'est répandu, mais ne s'est pas enflammé (ibid.).
3. Février 1989 : le navire Tellier était au quai de Skikda, en Algérie, lorsque le vent a soufflé violemment. Le navire de 40 000 m³ a alors quitté son poste de mouillage et les bras de transfert de la cargaison ont été endommagés. La tuyauterie sur le navire a été lourdement endommagée. Le transfert de fret avait été arrêté. Selon certains témoignages verbaux, du GNL aurait été libéré des bras de transfert de cargaison (ibid.).
4. Le 31 octobre 1997 : le Capricorne, d'une capacité de 126 000 m³ de GNL, a heurté un dauphin à l'amarrage près du terminal de GNL de Senboku, au Japon. La coque a été endommagée, mais aucune infiltration d'eau ni aucune perte de GNL (ibid.).
5. 6 septembre 1999 : une panne de moteur du Methane Polar d'une capacité de 71 500 m³ s'est produite lors de son approche de la jetée de GNL de l'Atlantique à Trinité-et-Tobago. Le pilier Petrotrin a été touché et endommagé, mais il n'y a pas eu de blessé ni de déversement (ibid.).
6. 2002 : le navire Norman Lady, en état de ballast en mer à l'est du détroit de Gibraltar, entre en collision avec le sous-marin nucléaire américain USS Oklahoma City. Le navire de GNL a subi une fuite d'eau de mer dans la zone de double fond sous les citernes sèches (IELE, 2003b).

5.3 ACCIDENTS/INCIDENTS MARITIMES SURVENUS SUR LE SAGUENAY

La présente section fait référence aux différents accidents et incidents impliquant un navire, sans égard à sa cargaison ou au type de navire et est extrait du document « Évaluation des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay » (WSP, 2018) soumis au MELCC dans le cadre du projet Énergie Saguenay de GNL Québec.

Selon la base de données du Bureau de la sécurité des transports (BST), un total de 110 incidents et accidents impliquant des navires a eu lieu sur le Saguenay entre le 1^{er} janvier 2004 et le 31 mars 2016 (tableau 5-1). Il est important de noter que tous les incidents et accidents doivent être rapportés et que la grande majorité d'entre eux sont des incidents mineurs qui n'ont pas mis en danger le navire, sa cargaison ou ses occupants. Parmi ceux-ci, les incidents les plus fréquents sont les pannes soit de certains équipements d'un navire ou encore d'un système technique. Aucun des événements rapportés n'a nécessité la tenue d'une enquête de la part du BST. Le second type en importance d'événements problématiques liés à la navigation est l'occurrence de dommages, souvent mécaniques, rendant le navire inapte à la navigation. Il importe aussi de souligner que la moitié de ces dommages surviennent alors que les navires sont en déplacement. Bien qu'il s'agisse de situations appelées « incidents », ces dommages présentent également un certain potentiel de risque d'accident. Enfin, le troisième type d'événements relève, quant à lui, des accidents. Il s'agit de navires qui, lors de leur déplacement, viennent heurter un objet immobile qui peut parfois être un autre navire. Ces collisions surviennent souvent à la suite de fausses manœuvres ou encore d'erreurs d'inattention de la part d'un des membres de l'équipage. Elles sont, pour la plupart, sans grandes conséquences sur les plans matériel, humain et environnemental.

Tableau 5-1 Typologie et occurrence des incidents et accidents sur le Saguenay (2004-2016)

Type d'incidents ou d'accidents	À quai	En route
Submersion du navire lors de l'accident (nauffrage)	1	0
Risque de naufrage d'un navire	2	2
Collision entre deux navires en mouvement (abordage)	0	1
Collision entre un navire en mouvement et un objet immobile qui peut être un autre navire (heurt)	3	17
Quasi collision entre deux navires en mouvement ou dont un est immobile	0	6
Collision de la quille d'un navire sur le fond (talonnage)	1	3
Échouement d'un navire	0	2
Dommmages au navire le rendant inapte à la navigation	11	12
Panne totale de toute machinerie du navire ou de son système technique	7	25
Incendie à bord d'un navire	3	3
Explosion à bord d'un navire	1	0
Accident sur le navire causant des blessures graves	2	7
Incapacité physique d'un membre du personnel du navire	1	0
Total	32	78

(Source : WSP, 2018)

En ce qui a trait aux types d'accidents ayant le plus grand potentiel de conséquences négatives, soit les naufrages, les échouements et les collisions entre deux navires en mouvement, leurs probabilités d'occurrence sont très faibles, correspondant à moins de 1 à 2 % chacun des événements enregistrés pour la période investiguée. Toutefois, il s'agit ici aussi d'un potentiel de risque à prendre en compte dans la gestion des activités maritimes sur le Saguenay. À titre indicatif, parmi les 110 navires impliqués dans les incidents et les accidents qui se sont produits sur le Saguenay se trouvaient 30 vraquiers, 14 navires-citernes, 12 cargos et 26 navires régionaux de croisières. Cinq des brise-glaces de la GCC ont été impliqués dans 9 de ces événements, alors que 2 des 3 traversiers de la STQ l'ont été dans 14 de ceux-ci.

5.4 IDENTIFICATION DES DANGERS

L'identification des dangers couvre ceux qui sont inhérents au produit transporté ainsi qu'aux défaillances liées au transport maritime de GNL.

5.4.1 Identification des dangers liés au produit transporté

Le projet prévoit le transport de gaz naturel liquéfié (GNL) par navires-citernes sur la rivière Saguenay et la voie maritime du Saint-Laurent jusqu'à Les Escoumins. Le GNL commercial (98% méthane et 2% éthane) est vendu sous forme liquéfiée à la pression atmosphérique et à la température de -162°C. Cette dernière température avoisine la température d'ébullition du méthane de -161,4°C. Le GNL revient à son état naturel de gaz à la température ambiante et à la pression atmosphérique. Il a tendance à s'élever en altitude vu qu'il est plus léger que l'air. Le méthane et l'éthane sont des gaz asphyxiants causant la suffocation s'ils sont présents à des concentrations qui rendent l'oxygène insuffisant à la respiration. À des concentrations se situant entre les limites inférieures et supérieures d'inflammabilité, les vapeurs de GNL peuvent s'enflammer ou exploser, lorsque confinées, au contact d'une source d'ignition telle qu'une étincelle ou une flamme nue. Le tableau 5-2 résume les principales caractéristiques physico-chimiques du GNL considérées dans le cadre de cette étude.

Tableau 5-2 Caractéristiques du GNL

Paramètres	Gaz naturel
Composition	98% méthane et 2% éthane
Point d'ébullition	-161,4°C
Température d'inflammabilité (ou d'auto ignition)	580°C
Pression de vapeur	101,3 kPa (à -161°C)
Point éclair	-188°C
Limite inférieure d'inflammabilité	5%
Limite supérieure d'inflammabilité	15%
Densité liquide (eau = 1)	0.43
Densité de vapeur (air = 1)	0.56

(Source : Énergir, 2015)

5.4.2 Analyse des défaillances

Les principales causes de défaillance ont été identifiées dans la section 8.2.1 du document « Évaluation des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay » (WSP, 2018) et concernent les collisions, l'échouement, les incendies et explosions, les erreurs de manœuvre de transbordement et le bris d'équipement. À cela s'ajoutent également les dangers d'origine naturelle, le terrorisme et les effets dominos. Ces causes sont résumées comme suit :

5.4.2.1 Collisions

Un contact entre deux navires de grande taille ou entre un navire et des installations fixes (ex. : quai) peut endommager les navires-citernes. Cependant, rappelons que la CPBSL recommande le maintien d'une distance minimale de 161 mètres entre deux navires qui se croisent sur le Saguenay, ce qui permet de minimiser grandement le risque de collision. Le respect de cette distance n'est pas problématique sur le Saguenay.

Par ailleurs, les navires-citernes pour le transport de GNL sont conçus avec une double coque réduisant considérablement les risques qu'un accident conduise à un déversement, même en cas de dommage important à la coque externe. Il faut se rappeler que sur le Saguenay, entre 2004 et 2016, il y a eu quelque 5 240 passages de navires commerciaux et de croisières (environ 450 passages de navires par année) qui ont une dimension suffisante pouvant conduire à une brèche importante sur la coque des navires-citernes en cas de collision (capacité de charge entre 30 000 et 100 000 tpl). Selon l'étude « Évaluation des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay » (WSP, 2018), le nombre de passages devrait augmenter à environ 680 passages de navires par année incluant les projets futurs, sans compter les passages des navires-citernes du présent projet. Cela représente environ de 2 à 4 passages de navires par jour sur le Saguenay. Au niveau du fleuve, le nombre de passages de grands navires est évalué à une vingtaine par jour. Cependant, pour qu'il y ait une collision provoquant une brèche dans la double coque d'un navire-citerne, il faudrait une collision latérale (à 90°) sur le côté du navire à la hauteur d'un réservoir et à une vitesse suffisante. Une telle collision pourrait survenir uniquement au quai (bien que ce scénario soit peu plausible à moins d'un geste volontaire, tel que par terrorisme), à la sortie de la baie des Ha! Ha! au niveau du fleuve à l'embouchure du Saguenay, de même que dans le secteur de Les Escoumins. Dans les autres portions du Saguenay et du fleuve dans le trajet à l'étude, cette éventualité n'est pas jugée plausible.

En ce qui concerne les autres types de navires (excursions, navigation de plaisance, pêche, traversiers et navigation de services), qui représentent environ 140000 passages par année, les embarcations n'ont pas une dimension suffisamment importante pour que l'impact contre le navire-citerne puisse créer une brèche dans la double coque de GNL.

5.4.2.2 Échouement

Un échouement survient lorsqu'un navire entre en contact avec le fond de l'eau, ce qui peut également endommager la coque. Le Saguenay est toutefois généralement très profond et la CPBSL recommande le maintien d'une distance minimale de 322 m par rapport à la rive ce qui est possible partout. Rappelons également que la présence à bord des navires commerciaux naviguant sur le Saguenay de pilotes membres de la CPBSL connaissant très bien les particularités de cette voie navigable permet de limiter grandement le risque qu'un tel accident survienne.

Bien que les données statistiques permettent de démontrer qu'une double coque offre une protection efficace dans la plupart des situations d'échouement, il est possible qu'un échouement lorsque le navire-citerne est en mode propulsion puisse conduire à la perforation de sa double coque principalement au-dessous de la ligne de flottaison. Cependant, une fuite de GNL à la suite de l'échouement d'un navire-citerne à la dérive, sans propulsion, n'est pas considérée plausible.

5.4.2.3 Incendie et explosion

Les incendies ou les explosions pouvant survenir à bord d'un navire-citerne sont principalement reliés à des fuites de gaz au niveau de la salle des machines du navire ou encore au niveau du système de reliquéfaction de GNL et ce, en raison de la pressurisation du gaz naturel et de ces lieux qui sont confinés. Des fuites de gaz pourraient donc entraîner une explosion ou un incendie pouvant affecter la capacité du navire à manœuvrer comme souhaité. Néanmoins, les navires sont conçus de manière à minimiser l'occurrence et les conséquences de tels événements (ex. : solidité des structures, redondance de certains systèmes, etc.).

5.4.2.4 Erreur de manœuvre de transbordement

Les manœuvres consistant à charger les navires-citernes de leur cargaison de GNL s'accompagnent d'un risque de déversement de produits potentiellement dangereux dans le milieu récepteur. L'événement maximal plausible lié au transbordement consiste en une défaillance du bras de chargement au quai. Ce risque est analysé dans l'étude « *Preliminary Quantitative Risk Assessment and Consequence Analysis for the Énergie Saguenay LNG Project* » (QUEST, 2018a). Au cours du chargement, si le navire s'écarte, le système de protection « *powered emergency release couplings (PERC)* » entre en jeu. Bien que tous les terminaux maritimes ne soient pas équipés de PERC, les infrastructures maritimes projetées de GNL Québec en comporteront un.

5.4.2.5 Bris d'équipement

Qu'ils soient d'origine humaine ou naturelle ou qu'ils découlent de l'usure, les bris d'équipement à bord d'un navire-citerne peuvent altérer son fonctionnement normal. Ils peuvent par exemple compromettre l'efficacité de mesures de sécurité visant à prévenir les accidents, fragiliser certaines composantes du navire visant à contenir des produits dangereux ou même affecter sa manœuvrabilité.

5.4.2.6 Dangers naturels

Actuellement, on estime qu'aucun danger naturel ne pourrait causer de perte de confinement qui serait plus grave que les événements déjà mentionnés.

Au cours de la saison des glaces, le chenal de navigation sur le Saguenay et en aval des Escoumins devient parfois étroit, et tous les navires doivent passer par cette voie. Un chenal de navigation plus étroit augmente le risque de collision. Le programme de déglacage de la Garde côtière canadienne (GCC) vise à assurer la sécurité du trafic maritime dans les eaux recouvertes de glaces ou à proximité. La GCC et le Service canadien des glaces d'ECCC mettent à la disposition des navigateurs des manuels, des cartes ainsi que d'autres directives; l'avis aux navigateurs (NOTMAR) n° 6 contient des renseignements sur la navigation dans les glaces des eaux canadiennes. En outre, les communications permanentes assurées par les Services du trafic maritime (STM) de la GCC minimisent le risque de collision entre deux navires.

Il n'est pas possible que la glace endommage un navire-citerne de façon à perforer sa double coque et d'entraîner une fuite de GNL. La glace peut toutefois entraîner un échouement surtout si un navire-citerne navigue en dehors des conditions contrôlées du chenal. Toutefois, un échouement survenu dans ce contexte aura peu de conséquences sur l'intégrité du navire puisque la vitesse de dérive sera relativement faible. La contribution au risque total est donc considérée comme négligeable.

La foudre est également considérée comme événement plausible, mais elle est prise en compte dans la conception d'un navire-citerne et les règles opérationnelles. Par exemple, les navires sont équipés de paratonnerres et les opérations de transfert de la cargaison sont suspendues durant une période de risque de foudre.

5.4.2.7 Terrorisme

Un certain nombre d'événements potentiels liés au terrorisme sont possibles. Les conséquences de ce qui est considéré comme étant l'impact maximum d'un acte terroriste, c'est-à-dire une rupture majeure au niveau de la double coque du navire-citerne a été analysée (voir section 6.3).

5.4.2.8 Câbles électriques

Des câbles de transport d'énergie de l'Hydro-Québec traversent le Saguenay à la hauteur du Cap Sainte-Marguerite. Selon la carte marine n° 1203 du Service hydrographique de Pêches et Océans Canada, la hauteur libre garantie sous ces câbles est de 47 mètres. Cette hauteur correspond au point le plus bas au centre de la rivière en considérant l'étirement maximum, tel que lors d'un épisode de verglas. Comme les navires-citernes transportant du GNL ont un tirant d'air d'environ 44 mètres, mais pouvant atteindre jusqu'à 56 mètres pour les plus grands, la sélection des navires-citernes devra tenir compte de cette contrainte. En outre, lors de grands vents, les câbles peuvent osciller, les pilotes devront donc tenir compte de ce facteur, en fonction de la hauteur de la marée, ainsi que de la vitesse des vents, lors de leurs déplacements dans ce secteur.

Toutefois, il est à noter que la hauteur libre correspond au point le plus bas des câbles électriques lors des marées les plus hautes, la hauteur libre en se rapprochant des rives est de beaucoup supérieure. Des navires avec des tirants d'air supérieurs aux navires-citernes de GNL comme les grands bateaux de croisières (par exemple, le tirant d'air du Queen Mary II (6 octobre 2016) est de 62 m) peuvent passer sous les câbles en ne passant pas là où les câbles sont au point le plus bas, mais en naviguant plus près de la rive où la profondeur d'eau est amplement suffisante et où la hauteur des câbles est significativement plus élevée.

5.4.2.9 Effets dominos

Un incendie à bord d'un navire adjacent pourrait causer des problèmes en cas de propagation du feu, ou en cas de modification du trajet du navire et un échouement potentiel si le navire-citerne cherche à éviter le navire en feu. La contribution au risque total est toutefois considérée comme négligeable.

La zone de prudence dans le secteur du fleuve Saint-Laurent entre Les Escoumins et Grandes-Bergeronnes, de même que les secteurs les plus achalandés (ex. : embouchures du Saguenay et de la Baie des Ha! Ha! représentent un risque). Toutefois, ce dernier sera limité par les distances à respecter entre les navires ainsi que par les communications constantes avec le STM de la Garde côtière canadienne.

6 SÉLECTION DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS

6.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES SCÉNARIOS

L'analyse des risques d'accidents technologiques requiert de définir des scénarios d'accidents basés sur l'historique d'accidents survenus impliquant des installations et navires-citernes comparables à celles de l'analyse ainsi que sur une étude des dangers pouvant survenir (voir section 5).

Les scénarios prennent en considération différents paramètres pouvant influencer les résultats des modélisations, dont :

- la dimension et le volume des cuves de GNL;
- la nature et les caractéristiques du GNL;
- la pression et la température d'exploitation des cuves de GNL (peut influencer la quantité de vapeurs inflammables émises);
- la présence des valves de sécurité sur les cuves de GNL;
- les fuites au niveau du système de reliquéfaction et la salle des machines
- la rugosité du milieu environnant;
- l'épaisseur de la nappe de produit déversé;
- l'occupation du territoire;
- la présence d'éléments sensibles à proximité;
- la présence potentielle de sources d'ignition.

Ces scénarios sont élaborés dans le but d'en évaluer, d'une part les conséquences si un accident se produit, et d'autre part pour estimer leurs fréquences d'occurrence. La combinaison des conséquences et des fréquences d'occurrence sert à évaluer le risque individuel que les installations représentent. Dans le cas d'un accident impliquant une substance liquide inflammable comme le GNL, la méthode d'analyse des conséquences prévoit les étapes suivantes :

1. Fuite de GNL à la pression atmosphérique et à la température de -162°C.
2. Formation de la nappe liquide sur l'eau.
3. Évaporation de la nappe liquide (transformation rapide de phase).
4. Dispersion des vapeurs de GNL.
5. Inflammabilité des vapeurs de GNL (retour de flammes ou feu de nappe).

L'analyse des fréquences vise à évaluer la probabilité qu'une fuite se produise et qu'une source d'ignition soit présente et puisse provoquer un retour de flammes, un feu de nappe ou une explosion (improbable dans le cas d'une fuite à l'air libre).

La méthodologie utilisée pour la présente analyse est en conformité avec les documents suivants : le Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs (CRAIM, 2017), le « *40 CFR Part 68, Subpart B - Hazard Assessment* » (USEPA, 2018) et le « *Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis* » (USEPA, 2009). Il s'agit de la méthodologie des scénarios normalisé (« *Worst Case Scenario* ») et alternatifs d'accidents.

Le scénario normalisé d'accident pour les matières liquides inflammables est défini comme étant la perte de confinement de la plus grande quantité d'une matière dangereuse qui résulterait de la rupture complète d'un contenant sur une période de dix minutes, sous les pires conditions météorologiques, et conduisant aux pires conséquences (ou rayons d'impact). Toutefois, ce type de scénario n'est pas adapté pour les navires-citernes en raison du fait que, à cause de la flottabilité d'un navire-citerne, l'ensemble de la cargaison ne peut pas se vider en dix minutes. Dans ce contexte, le scénario normalisé a été défini comme un scénario correspondant à la plus grande quantité qui peut réellement s'écouler du navire-citerne au-dessus du niveau de flottaison du navire-citerne. Ce scénario a été appelé scénario du pire cas afin de ne pas le confondre avec la définition du scénario normalisé.

Cette méthodologie permet ainsi d'évaluer les conséquences d'accidents technologiques en deux étapes. Les scénarios de pire cas d'accident (voir section 6.3), représentent la première étape qui consiste à établir un diagnostic préliminaire afin de déterminer de manière générale les pires conséquences choisies à partir de données documentées dans diverses études. La deuxième étape concerne les scénarios alternatifs d'accidents (voir section 6.4) et permet d'évaluer les conséquences d'accidents de façon plus détaillée et surtout plus réaliste (les dimensions de brèches ont été sélectionnées à partir de différentes études antérieures). Ceux-ci représentent des situations plus plausibles. L'ensemble de ces scénarios ont servi de base pour le calcul du risque individuel.

6.2 DIMENSIONS PHYSIQUES ET CONDITIONS OPÉRATIONNELLES DES NAVIRES-CITERNES DE GNL

Les dimensions physiques et conditions opérationnelles des navires-citernes de GNL retenues pour les scénarios de pire cas et les scénarios alternatifs sont les suivantes :

- volume du navire-citerne Q-Flex : 217 000 m³;
- nombre de compartiments : 5;
- volume maximum d'un compartiment : 43 992 m³;
- longueur du compartiment : 47 m;
- largeur du compartiment : 39 m;
- hauteur du compartiment : 24 m;
- volume de GNL dans un compartiment : 43 192 m³;
- pression de stockage: 101,3 kPa;
- température de stockage : -162°C;
- hauteur de flottaison du navire-citerne : 7 m.

Ces scénarios sont élaborés pour les dimensions physiques maximales des navires-citernes qui pourront accoster aux installations de GNL Québec, soit pour un navire-citerne Q-Flex ayant une capacité maximale de 217 000 m³ de GNL. Toutefois, si l'on compare ces dimensions à celles des navires-citernes qui circuleront de façon régulière sur le Saguenay, alors les dimensions physiques retenues pour les différents scénarios conduisent à une surévaluation conservatrice des conséquences et du risque individuel. À titre d'exemple, la plupart des navires-citernes qui circuleront sur le Saguenay auront une capacité d'environ 160 000 à 180 000 m³.

6.3 SCÉNARIOS DE PIRE CAS

Les scénarios de pire cas qui ont été définis pour les navires-citernes sont présentés dans le tableau 6-1. Il est important de noter que ces scénarios sont basés sur les dimensions physiques maximales des navires-citernes correspondant aux valeurs maximales pouvant être présentes en tout point du trajet des navires-citernes. Dans l'analyse des risques d'accidents technologiques, elles ont été utilisées pour l'ensemble du trajet des navires-citernes entre le quai de GNL Québec et Les Escoumins afin d'obtenir les valeurs de conséquences et de risques individuels les plus élevés pouvant être atteints le long du trajet des navires-citernes. En effet, en cas de fuite, ces valeurs entraînent les plus grands volumes de liquide déversés et les plus grandes concentrations de vapeurs inflammables pouvant être générées.

Les hypothèses retenues pour élaborer les scénarios de pire cas sont décrites plus en détail ci-après. Il est à souligner que ces hypothèses surestiment largement les scénarios d'accidents qui ont été répertoriés lors de la revue historique d'accidents survenus sur des navires-citernes comparables.

Tableau 6-1 Scénarios de pire cas

	Scénarios de pire cas	Caractéristiques de la fuite	Épaisseur de la flaque	Superficie maximale de la nappe	Rugosité
SP-1	Collision au quai - Rupture au niveau de la coque du navire au niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 1500 mm Débit initial de la fuite : 7984 kg/s Durée de la fuite : 30 minutes Volume déversé : 30 300 m ³	10 cm	80 400 m ² (diamètre: 320 m)	0,06 (Eau)
SP-2	Collision en navigation - Rupture au niveau de la coque du navire au niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 1500 mm Débit initial de la fuite : 7984 kg/s Durée de la fuite : 30 minutes Volume déversé : 30 300 m ³	10 cm	80 400 m ² (diamètre: 320 m)	0,06 (Eau)
SP-3	Échouement en navigation - Rupture au niveau de la coque du navire sous le niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 1500 mm Débit initial de la fuite : 7332 kg/s Durée de la fuite : 30 minutes Volume déversé : 25 700 m ³	10 cm	70 700 m ² (diamètre: 300 m)	0,06 (Eau)

Les scénarios de pire cas correspondent au déversement de la plus grande quantité de GNL qui peut être déversée pour des brèches de 1500 mm au niveau de la flottaison du navire et au bas du navire sous le niveau de flottaison. Il est à noter qu'une épaisseur de nappe de 10 cm a été appliquée considérant que le déversement survient de façon subite et que la vitesse d'évaporation réduit grandement l'étalement de la nappe.

6.3.1 Brèches au niveau de la flottaison du navire

Pour le déversement au-dessus de la ligne de flottaison du navire, il est supposé que la cuve de GNL est complètement remplie et que la ligne de flottaison du navire se situe à 7 mètres du fond du navire. Cela suppose qu'il reste 17 mètres de GNL au-dessus de la ligne de flottaison qui se déversera dans l'eau. Le débit de GNL est établi pour une fuite de 1500 mm avec l'équation de Bernoulli suivante :

$$Q = C_d S \rho \left[2 \frac{(P_c - P_a)}{\rho} + 2gH \right]^{1/2}$$

où :

- Cd : Coefficient de décharge (0,6);
- S : Surface de la brèche (1,8 m²);
- ρ : Masse volumique du GNL (425 kg/m³);
- Pc : Pression dans la cuve au-dessus du GNL (10300 Pa);
- Pa : Pression à l'extérieur de la brèche (101300 Pa);
- H : Hauteur de la colonne de GNL (24 m – 7 m = 17 m).

Dans ce scénario, près de 70% de GNL va s'écouler de la cuve du navire-citerne par la seule force qui correspond au poids du liquide au-dessus du niveau de flottaison.

6.3.2 Brèches sous le niveau de la flottaison du navire

En ce qui a trait au déversement sous la ligne de flottaison, il faut considérer qu'au contact du GNL dans la cuve avec l'eau qui entre dans la cuve au niveau de la brèche, il y aura une quantité de GNL qui s'évaporerait proportionnellement à l'énergie disponible dans l'eau. Cela aura comme conséquence de faire augmenter la pression dans la cuve à la pression d'ouverture de la valve de sécurité présente sur la cuve de GNL (qui est de 0,2 barg). Cependant, les cuves de GNL sont conçues pour résister à une telle augmentation de pression. De plus, le système de reliquéfaction du GNL sera activé permettant ainsi d'abaisser la pression dans la cuve. Comme la brèche sera au fond de la cuve de GNL, les densités relatives des deux liquides (GNL et eau) vont faire en sorte que le niveau de GNL se stabilisera à une hauteur d'environ 11 mètres par rapport au fond de la cuve de GNL. Dans ce cas, les calculs de débit de GNL sont repris avec l'équation de Bernoulli avec les paramètres suivants :

- Cd : Coefficient de décharge (0,6);
- S : Surface de la brèche (1,8 m²);
- ρ : Masse volumique du GNL (425 kg/m³);
- Pc : Pression dans la cuve au-dessus du GNL (121 300 Pa ou 0,2 barg);
- Pa : Pression à l'extérieur de la brèche (164 300 Pa ou 0,64 barg correspondant au poids de la colonne d'eau sur la hauteur de flottaison de 7 m);
- H : Hauteur de la colonne de GNL (24 m – 11 m = 13 m).

Les scénarios de pire cas prévoient que tout le liquide déversé forme une flaque de GNL sur l'eau et que cette flaque s'enflamme, ce qui entraîne des conséquences de radiation thermique pouvant affecter des personnes qui se trouveraient à proximité sans possibilité de fuir.

Lors de la modélisation, le risque d'explosion du nuage de vapeurs inflammables émis par la flaque de GNL a également été évalué. Cependant, à l'air libre, l'explosion d'un nuage de gaz naturel n'est pas plausible.

6.4 SCÉNARIOS ALTERNATIFS

Les scénarios alternatifs qui ont été définis pour les navires-citernes ainsi que pour la station de reliqufaction et la salle des machines sont présentés dans le tableau 6-2. Là encore, il s'agit de scénarios basés sur des dimensions physiques des navires-citernes qui sont conservatrices.

Les hypothèses retenues pour élaborer les scénarios alternatifs sont décrites ci-après.

Tableau 6-2 Scénarios alternatifs

	Scénarios alternatifs	Caractéristiques de la fuite	Épaisseur de la flaque	Superficie maximale de la nappe	Rugosité
SA-1	Collision au quai – Fuite mineure au niveau de la coque du navire au niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 250 mm Débit initial de la fuite : 221 kg/s Durée de la fuite : 30 heures Volume déversé : 30 300 m ³	1 cm	14 100 m ² (diamètre: 134 m)	0,06 (Eau)
SA-2	Collision au quai – Fuite majeure au niveau de la coque du navire au niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 750 mm Débit initial de la fuite : 1987 kg/s Durée de la fuite : 3 heures Volume déversé : 30 300 m ³	1 cm	50 300 m ² (diamètre: 253 m)	0,06 (Eau)
SA-3	Collision (ou échouement) en navigation – Fuite mineure au niveau de la coque du navire au niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 250 mm Débit initial de la fuite : 221 kg/s Durée de la fuite : 30 heures Volume déversé : 30 300 m ³	1 cm	14 100 m ² (diamètre: 134 m)	0,06 (Eau)
SA-4	Collision (ou échouement) en navigation – Fuite majeure au niveau de la coque du navire au niveau flottaison – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 750 mm Débit initial de la fuite : 1987 kg/s Durée de la fuite : 3 heures Volume déversé : 30 300 m ³	1 cm	50 300 m ² (diamètre: 253 m)	0,06 (Eau)
SA-5	Échouement (ou collision) en navigation – Fuite mineure au niveau de la coque du navire (au bas du navire sous le niveau de flottaison) – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 250 mm Débit initial de la fuite : 203 kg/s Durée de la fuite : 30 heures Volume déversé : 25 700 m ³	1 cm	12 700 m ² (diamètre: 127 m)	0,06 (Eau)
SA-6	Échouement (ou collision) en navigation – Fuite majeure au niveau de la coque du navire (au bas du navire sous le niveau de flottaison) – Feu éclair, feu de nappe et asphyxie	Diamètre de la fuite : 750 mm Débit initial de la fuite : 1826 kg/s Durée de la fuite : 3 heures Volume déversé : 25 700 m ³	1 cm	44 500 m ² (diamètre: 238 m)	0,06 (Eau)
SA-7	Fuite mineure sur le système de reliqufaction à 6,8 barg et -160°C à l'extérieur – Feu éclair et explosion (confinée)	Diamètre de la fuite : 4 mm Débit de la fuite : 0.18 kg/s Durée de la fuite : 24h	Pas de nappe	Pas de nappe	0,06 (Eau)
SA-8	Rupture sur le système de reliqufaction à 6,8 barg à -160°C à l'extérieur – Feu éclair et explosion (confinée)	Diamètre de la fuite : 12 mm Débit de la fuite : 1.6 kg/s Durée de la fuite : 1h	Pas de nappe	Pas de nappe	0,06 (Eau)

Tableau 6-3 Scénarios alternatifs (suite)

	Scénarios alternatifs	Caractéristiques de la fuite	Épaisseur de la flaque	Superficie maximale de la nappe	Rugosité
SA-9	Fuite mineure dans la salle des machines à 6,8 barg et -160°C à l'intérieur de la salle des machines – Explosion (confinée)	Diamètre de la fuite : 4 mm Débit de la fuite : 0.18 kg/s Durée de la fuite : 24h	Pas de nappe	Pas de nappe	0,06 (Eau)
SA-10	Rupture sur dans la salle des machines à 6,8 barg et -160°C à l'intérieur de la salle des machines – Explosion (confinée)	Diamètre de la fuite : 12 mm Débit de la fuite : 1.6 kg/s Durée de la fuite : 1h	Pas de nappe	Pas de nappe	0,06 (Eau)

6.4.1 Navires-citernes

Les scénarios alternatifs liés aux collisions ou échouements correspondent à des situations qui sont jugées plus plausibles, bien que conservatrices. Les scénarios alternatifs retenus sont associés à des grosseurs de fuites plausibles et pour lesquelles il est possible d'établir la probabilité d'occurrence. Toutefois, ces valeurs sont surestimées par rapport aux volumes de fuites que l'on retrouve dans la revue historique d'accidents. Dans la littérature, les dimensions de brèches crédibles sont établies à 200-300 mm (moyenne de 250 mm) pour des brèches mineures et 500-1000 mm (moyenne de 750 mm) pour des brèches majeures. En conséquence, les scénarios de fuites utilisés aux fins de modélisation des risques sont les suivants :

- fuite mineure provenant d'une brèche d'un diamètre de 250 mm sur une période de 30 heures à la pression atmosphérique et à la température de stockage du GNL liquide de -162°C suivie d'un écoulement par gravité jusqu'à ce que la fuite soit terminée;
- fuite majeure provenant d'une brèche d'un diamètre de 750 mm sur une période de 3 heures à la pression atmosphérique et à la température de stockage du GNL liquide de -162°C suivie d'un écoulement par gravité jusqu'à ce que la fuite soit terminée;

Pour chacun de ces scénarios, le risque d'incendie (radiation thermique) et d'explosion (surpression) est évalué en considérant que la quantité de GNL versée sur l'eau forme une nappe de 1 cm d'épaisseur qui s'enflamme. Là encore, il est important de préciser qu'à l'air libre, la possibilité qu'un nuage de gaz naturel explose n'est pas plausible.

6.4.2 Station de reliquéfaction du GNL

Dans le cas de la station de reliquéfaction du gaz naturel, le débit de fuite des scénarios est établi à partir du débit de GNL maximum en jeu dans la station de reliquéfaction qui est de 5800 kg/h (à une pression de 780 kPa et -160°C). Les scénarios de fuite utilisés aux fins de modélisation des risques sont les suivants :

- fuite mineure provenant d'une brèche d'un diamètre de 4 mm sur une période d'une heure à la pression de 780 kPa et à la température du GNL liquide de -162°C suivi d'un écoulement par gravité sur une heure. La fuite survient à l'extérieur dans un lieu semi-confiné. L'ensemble du GNL liquide s'évapore instantanément;
- fuite correspondant à un diamètre de 12 mm sur une période d'une heure à la pression de 780 kPa et à la température du GNL liquide de -162°C suivi d'un écoulement par gravité sur une heure. L'ensemble du GNL liquide s'évapore instantanément.

Pour chacun de ces scénarios, le risque d'incendie (radiation thermique) et d'explosion (surpression) est évalué.

6.4.3 Salle des machines

Dans le cas de la salle des machines alimentées au GNL, le débit de fuites des scénarios est établi à partir du débit de GNL maximum en jeu au niveau de la salle des machines qui est de 4800 kg/h (à une pression de 780 kPa et -162°C). Les scénarios de fuites utilisés aux fins de modélisation des risques sont les suivants :

- fuite mineure provenant d'une brèche d'un diamètre de 4 mm sur une période d'une heure à la pression de 780 kPa et à la température du GNL liquide de -162°C suivi d'un écoulement par gravité sur une heure. La fuite survient à l'intérieur de la salle des machines ayant un volume de 40 000 m³ et un taux de 3 changements d'air à l'heure. L'ensemble du GNL liquide s'évapore instantanément;
- fuite correspondant à un diamètre de 12 mm sur une période d'une heure à la pression de 780 kPa et à la température du GNL liquide de -162°C suivi d'un écoulement par gravité sur une heure. La fuite survient à l'intérieur de la salle des machines ayant un volume de 40 000 m³ et un taux de 3 changements d'air à l'heure. L'ensemble du GNL liquide s'évapore instantanément.

Il est à noter que les données concernant la dimension de la salle des machines et du nombre de changements d'air n'ayant pu être obtenues, elles ont été estimées de façon très conservatrice.

Pour chacun de ces scénarios, le risque d'incendie (radiation thermique) et d'explosion (surpression) est évalué.

7 ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES

7.1 MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES RAYONS D'IMPACT

7.1.1 Généralités

L'évaluation des conséquences des scénarios de pire cas et alternatifs vise à déterminer les distances où l'effet des dangers attribuables à un accident pourrait se faire sentir. La zone de danger correspond donc à un cercle autour du lieu de l'accident.

La présente analyse prend en compte le scénario d'ignition immédiate menant à un feu en chalumeau ou à un feu de flaque, ainsi que les scénarios d'ignition retardés entraînant un feu de flaque, un feu à inflammation instantanée (ou feu éclair) ou une explosion (RIVM, 2009).

7.1.2 Outils de modélisation

L'outil de modélisation retenu pour cette analyse est le logiciel PHAST (Process Hazard Analysis Software Tools), version 8.11 de la compagnie DNV-GL.

Il s'agit d'un logiciel d'analyse de conséquences comme étant techniquement fiable et reconnu. Il est également très utilisé au niveau international et ses résultats sont validés et reconnus.

7.1.3 Valeurs des seuils d'effets

Les valeurs des seuils d'effets applicables aux substances inflammables sont présentées ci-dessous. Ces dernières sont conformes aux recommandations contenues dans le document intitulé « Les valeurs de référence des seuils d'effets pour la planification des mesures d'urgence et l'aménagement du territoire » (CRAIM, 2015).

7.1.3.1 Incendie

Le déversement d'une substance inflammable peut provoquer un incendie. Dans ce cas, la zone d'impact peut être définie en fonction du niveau de radiation thermique (exprimé en kW/m^2) émise par l'incendie. En effet, à la suite d'une exposition prolongée à la chaleur des flammes (radiation thermique), les récepteurs exposés peuvent subir des brûlures à différents degrés, selon la durée de l'incendie et la distance séparant l'incendie du récepteur. La radiation thermique engendrée par un feu de flaque ou un feu de chalumeau est maximale à l'endroit de l'incendie et diminue en fonction de la distance.

Les seuils d'effets qu'il est recommandé d'utiliser pour évaluer les distances associées aux conséquences menaçant la vie, à la planification des mesures d'urgence et à la destruction de pièces d'équipements (CRAIM, 2017) sont :

- 5 kW/m^2 : niveau de radiation à ne pas dépasser pour le corps humain normalement vêtu. Ce seuil peut entraîner des brûlures au second degré suite à une exposition de plus de 40 secondes (seuil recommandé pour la planification des mesures d'urgence - CRAIM);
- $12,5 \text{ kW/m}^2$: niveau de radiation pouvant menacer la vie à la suite d'une exposition de 30 secondes; seuil d'énergie minimale requise pour l'allumage du bois en présence de flammes et pour faire fondre le plastique;
- $37,5 \text{ kW/m}^2$: niveau de radiation produisant une incinération instantanée et correspondant au flux thermique suffisant pour endommager les équipements de procédé et entraîner un effet domino.

Pour l'évaluation du risque individuel, les conséquences sont établies à partir des fonctions Probit qui permettent de relier les niveaux d'exposition aux radiations thermiques aux probabilités de décès. Par exemple, à un niveau de radiation de 5 kW/m² sur 40 secondes, la probabilité de décès est moins de 1 %. À 12,5 kW/m², la probabilité de décès est de 12 % pour une exposition de 30 secondes. À 37,5 kW/m², avec une exposition de 40 secondes, la probabilité de décès est de 97 %.

7.1.3.2 Feu à inflammation instantanée et explosion

Pour qu'il y ait un feu à inflammation instantanée (ou feu éclair) ou une explosion, lorsqu'applicable, il faut que les concentrations en gaz d'une substance inflammable se situent entre les limites inférieures et supérieures d'explosivité. Toutefois, pour que ces conditions soient présentes, il faut que les vapeurs soient contenues dans un espace confiné ou semi-confiné, ce qui n'est pas le cas dans ce projet, sauf en ce qui concerne les fuites liées à la station de reliquéfaction et à la salle des machines.

Pour les feux à inflammation instantanée (feux éclairs) résultant de l'ignition d'un mélange de vapeur inflammable, le logiciel utilisé pour faire le calcul des risques individuels (PHASt) définit la zone d'impact comme étant à la limite inférieure d'inflammabilité (LII). Toutefois, pour qu'il y ait un feu à inflammation instantanée, il doit y avoir présence d'une source d'ignition et la limite inférieure d'inflammabilité doit être atteinte. Les résultats de risques individuels obtenus à l'aide du logiciel sont par conséquent très conservateurs.

Dans le cas des conséquences d'une explosion, lorsqu'applicable, la zone d'impact est définie à partir des niveaux de surpression exprimés en livre / pouce carré (psi) issus de l'explosion. Les récepteurs exposés peuvent subir des effets mécaniques (écroulement de structures, rupture de tympan, etc.). La surpression est maximale à l'endroit de l'explosion et diminue en fonction de la distance. Les seuils d'effets recommandés pour l'estimation des conséquences menaçant la vie humaine et pour la planification des mesures d'urgence sont présentés ci-dessous (CRAIM, 2017) :

- 0,3 psi : niveau délimitant la zone liée à des bris de vitre;
- 1 psi : niveau délimitant la zone des dangers significatifs pour l'homme lié à des blessures associées à l'éclatement de vitres ou à la chute de débris (seuil recommandé pour la planification des mesures d'urgence - CRAIM);
- 3 psi : niveau délimitant la zone de dangers très graves pour la vie humaine pouvant mener à des décès. Ce seuil correspond également à une surpression suffisante pour endommager significativement les structures et les équipements de procédé.

Pour ce qui est de l'évaluation du risque individuel, les conséquences sont établies à partir des fonctions Probit qui permettent de relier les niveaux de surpression aux probabilités de décès. Par exemple, à un niveau de surpression de 1 psi, la probabilité de décès est de 0 %. À 3 psi, la probabilité de décès est de 2 %.

7.1.3.3 Asphyxie

Les seuils d'effets utilisés pour évaluer les distances associées aux conséquences menaçant la vie pour les situations d'asphyxie sont les suivants (WOODWARD, 2010):

- 282 000 ppm : niveau correspondant à un comportement altéré;
- 522 000 ppm : niveau correspondant à des nausées et vomissements;
- 713 000 ppm : niveau correspondant à la mort.

7.1.4 Données météorologiques

Les conditions météorologiques ainsi que la direction des vents influencent fortement l'ampleur des conséquences d'un incident impliquant la dispersion d'un nuage d'une substance. Lors de l'analyse des conséquences, diverses combinaisons de vitesses de vent et de stabilités atmosphériques ont été modélisées afin de déterminer les conditions les plus pénalisantes. Les conditions météorologiques utilisées sont présentées au tableau ci-dessous. Les résultats de modélisation présentés dans le corps de ce document correspondent aux conditions météorologiques les plus pénalisantes (1,5 F et 3 D) et celles généralement utilisées pour ce type d'analyse.

Tableau 7-1 Conditions météorologiques considérées

Condition	1	2
Vitesse de vent	1,5 m/s (5,4 km/h)	3 m/s (10,8 km/h)
Stabilité de Pasquill ¹	F (Très stable)	D (Neutre)

7.1.5 Autres hypothèses retenues

Les autres hypothèses retenues aux fins de la modélisation sont résumées ci-dessous :

- température extérieure : 25°C;
- humidité relative : 70 %;
- épaisseur des flaques variant de 1 cm à 10 cm en fonction de la nature du milieu où se produit la fuite;
- facteur de rugosité : 0,06 (eau);
- violence de l'explosion (à l'air libre) pour TNO : 3;
- limite inférieure d'inflammabilité (LII) : 5%;
- limite supérieure d'inflammabilité (LSI) : 15%;
- « *averaging time* » de 18,75 secondes;
- « *core averaging time* » : 18,75 secondes;
- utilisation des paramètres par défaut du logiciel de modélisation.

7.2 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION - CONSÉQUENCES (RAYONS D'IMPACT)

Les résultats de conséquences des scénarios de pire cas d'accidents sont exprimés en termes de distance par rapport au point de rejet où les concentrations atteignent les seuils de radiations thermiques (incendie) ou de surpression (explosion). Le tableau 7-2 présente ces résultats.

¹ Correspond à la stabilité de l'atmosphère qui va de « A » (très instable un jour ensoleillé avec faible vitesse de vent) à « F » (très stable la nuit avec faible vitesse de vent). Les conditions de stabilité « E » et « F » ne peuvent survenir que la nuit.

Tableau 7-2 Rayons d'impact – Scénarios de pire cas

Scénarios pire cas			Rayons d'impact (m)										
Collision ou échouement	Localisation du navire	Conditions atmosphériques	Asphyxie			Feu de flaque - Ignition immédiate (radiation thermique)			Feu de flaque – Ignition retardée (radiation thermique)			Feu éclair	Explosion (Surpression)
			28,2%	52,2%	71,3%	5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	LII	
SP-1 Collision Fuite de 1500mm	Au quai	1,5F	247	98	38	785	522	287	897	598	331	2266	n.a.
		3D				805	554	323	915	630	369	768	n.a.
SP-2 Collision Fuite de 1500mm	En navigation	1,5F	181	139	49	785	522	287	897	598	331	2266	n.a.
		3D				805	554	323	915	630	369	768	n.a.
SP-3 Échouement Fuite de 1500mm	En navigation	1,5F	170	128	48	759	505	277	852	568	313	2174	n.a.
		3D				779	536	313	870	599	350	737	n.a.

n.a. : non atteint.

Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe central du navire-citerne.

Le scénario de pire cas menant au plus grand rayon d'impact concerne une fuite d'un diamètre de 1500 mm sur une cuve du navire-citerne avec un feu dans une zone où il y a essentiellement de l'eau. Dans ce cas, le rayon d'impact est estimé à 915 m pour l'atteinte de la radiation thermique de 5 kW/m^2 (voir tableau 7-2). En ce qui concerne le risque d'explosions, les seuils de surpression ne sont pas atteints pour aucun des scénarios, et cela en raison du fait que les vapeurs de GNL générées sont à l'air libre et non confinées. Cependant, elles peuvent générer des feux à inflammation instantanée (feux éclairs). Les feux en chalumeau n'ont pas été retenus étant donné que les caractéristiques du GNL ne sont pas favorables au développement de ce phénomène.

Les résultats pour les scénarios alternatifs, c'est-à-dire les scénarios les plus plausibles, sont présentés aux tableaux 7-3 et 7-4. Dans ce cas, le rayon d'impact le plus élevé est de 755 m pour l'atteinte de la radiation thermique de 5 kW/m^2 et ce, pour une fuite liée à une brèche de 750 mm sur une cuve d'un navire-citerne suivie d'un feu de flaque.

Tableau 7-3 Rayons d'impact – Scénarios alternatifs – Collision ou échouement

Scénarios alternatifs			Rayons d'impact (m)										
Collision ou échouement	Localisation du navire	Conditions atmosphériques	Asphyxie			Feu de flaque - Ignition immédiate (radiation thermique)			Feu de flaque – Ignition retardée (radiation thermique)			Feu éclair	Explosion (Surpression)
			28,2%	52,2%	71,3%	5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	LII	
SA-1 Collision Fuite de 250mm – au niveau de flottaison	Au quai	1,5F	89	26	12	193	127	66	451	298	160	1052	n.a.
		3D				199	137	79	445	306	178	286	n.a.
SA-3 Collision Fuite de 250mm – au niveau de flottaison	En navigation	1,5F	63	28	12	193	127	66	451	298	160	824	n.a.
		3D				199	137	79	445	306	178	234	n.a.
SA-2 Collision Fuite de 750mm – au niveau de flottaison	Au quai	1,5F	194	74	32	456	302	162	746	496	272	1906	n.a.
		3D				468	322	187	755	519	303	682	n.a.
SA-4 Collision Fuite de 750mm – au niveau de flottaison	En navigation	1,5F	126	92	40	456	302	162	746	496	272	2146	n.a.
		3D				468	322	187	755	519	303	524	n.a.
SA-5 Échouement Fuite de 250mm – sous le niveau de flottaison	En navigation	1,5F	59	26	12	186	123	64	431	285	153	774	n.a.
		3D				192	132	77	425	293	170	226	n.a.
SA-6 Échouement Fuite de 750mm – sous le niveau de flottaison	En navigation	1,5F	120	88	41	442	292	157	711	473	259	2107	n.a.
		3D				453	312	181	720	495	289	513	n.a.

n.a. : non atteint

Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe centrale du navire-citerne.

Tableau 7-4 Rayons d'impact – Scénarios alternatifs - Fuite au niveau des composantes

Scénarios alternatifs			Rayons d'impact (m)			
Fuite au niveau des composantes	Localisation du navire	Conditions atmosphériques	Feu éclair	Explosion (Surpression)		
			LII	1	3	5
SA-7 Fuite de 3mm sur le système de reliquéfaction	Au quai ou en navigation	1,5F	n.a.	28	n.a.	n.a.
		3D	n.a.	16	n.a.	n.a.
SA-8 Fuite de 12mm sur le système de reliquéfaction	Au quai ou en navigation	1,5F	52	110	n.a.	n.a.
		3D	47	90	n.a.	n.a.
SA-9 Fuite de 4mm dans la salle des machines	Au quai ou en navigation	1,5F	n.a.	159	77	57
		3D	n.a.	159	77	57
SA-10 Fuite de 12mm sur dans la salle des machines	Au quai ou en navigation	1,5F	n.a.	159	77	57
		3D	n.a.	159	77	57

n.a. : non atteint

Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe centrale du navire-citerne.

7.3 EFFETS DOMINOS

Les effets dominos peuvent survenir lorsqu'un accident qui s'est développé sur une pièce d'équipement peut affecter des équipements adjacents. Un effet domino pourrait ainsi être causé par un accident sur un navire-citerne qui affecterait une structure adjacente ou par un accident sur une structure appartenant à une tierce partie qui aurait un impact sur le navire-citerne. Toutefois, ces dernières structures sont pour la plupart déjà considérées dans le cadre de cette analyse par la prise en compte des probabilités d'ignition retardée liées à des sources d'ignition externes (voir section 8.3.2).

Les effets dominos potentiels suivants pouvant affecter une structure adjacente ont été identifiés :

- effet domino sur une autre installation industrielle (ex. : au quai);
- effet domino sur un autre navire;
- effet domino sur une ligne électrique à haute tension.

La présente analyse est une analyse qualitative du risque individuel occasionné par un effet domino. Les données disponibles concernant les établissements tiers ne permettent pas de quantifier les conséquences d'un accident associé à ces établissements.

7.3.1 Effet domino vers une autre installation industrielle

L'effet domino d'un incendie à bord d'un navire-citerne pouvant se propager aux installations maritimes lorsqu'au quai sera traité à l'intérieur de l'éventuel plan des mesures d'urgence de GNL Québec pour ses installations terrestres.

7.3.2 Effet domino sur un autre navire

Étant donné la largeur de la voie navigable tout au long du trajet à l'étude, nous considérons que le risque qu'un incendie sur un navire-citerne ait un impact sur un autre navire ou qu'un incendie sur un autre navire ait un impact sur un navire-citerne est très faible, sinon négligeable, à moins que l'incendie soit causé par une collision latérale entre un gros navire qui heurterait un navire-citerne dans sa partie centrale, ce qui représente une probabilité très faible.

7.3.3 Effet domino sur une ligne électrique

D'éventuels impacts sur les lignes électriques d'Hydro-Québec au-dessus du Saguenay, sont considérés négligeables compte tenu de la courte durée du passage sous ces derniers et de la probabilité qu'un incendie majeur survienne au même moment.

8 ÉVALUATION DES FRÉQUENCES D'ACCIDENTS

8.1 GÉNÉRALITÉS

Dans le cadre de cette évaluation, le volet fréquence d'accident prend en compte plusieurs types de probabilités qui sont représentées par l'équation suivante :

$$F = P_{\text{défaillance}} \times P_{\text{ignition}} \times P_{\text{vent}} \times P_{\text{présence}}$$

où

F : Fréquence totale;

$P_{\text{défaillance}}$: Probabilité de défaillance générique d'un navire-citerne ou équipement;

P_{ignition} : Probabilité d'ignition des gaz (immédiate et retardée);

P_{vent} : Probabilité que le vent provienne d'une direction spécifique;

$P_{\text{présence}}$: Probabilité de présence d'un individu (= 1 pour le risque individuel).

Les différentes probabilités retenues dans le cadre de la présente étude sont décrites en détail dans les sections qui suivent. Pour les navires-citernes, elles correspondent aux différentes grosseurs de fuites suivantes (définies à la section 6) :

- fuite correspondant à une brèche de diamètre de 250 mm sur une cuve d'un navire-citerne;
- fuite correspondant à une brèche de diamètre de 750 mm sur une cuve d'un navire-citerne;
- fuite correspondant à une brèche de diamètre de 1500 mm sur une cuve d'un navire-citerne.

8.2 PROBABILITÉS DE DÉFAILLANCE DU NAVIRE-CITERNE ET DES ÉQUIPEMENTS CONNEXES

Les scénarios d'accidents les plus plausibles pour un navire-citerne transportant du GNL ont été définis à la section 6 et sont les suivants :

- collision avec un autre navire;
- échouement du navire-citerne;
- collisions au quai;
- autres (fuites aux stations de reliqufaction et salle des machines).

8.2.1 Probabilités de fuite de GNL liées à la collision avec un autre navire

Le tableau 8-1 présente la probabilité de collision au niveau mondial pour les navires-citernes transportant du GNL selon les données provenant du document intitulé « *Analysing the risk of LNG carrier operations* » (Science Direct, 2007) et portant sur les accidents de navires-citernes transportant du GNL jusqu'en 2005. La fréquence de collisions au niveau mondial s'élève à $6,7 \times 10^{-3}$ /an, ce qui représente une collision par 150 ans.

Tableau 8-1 Probabilité de défaillance générique liée à la collision par un navire-citerne transportant du GNL

Base de données	Probabilité
Fréquence de collision au niveau mondial ²	$6,7 \times 10^{-3}$ /an
Distance parcourue	96 798 Milles nautiques (MN)
Collision durant l'approche au quai	50%
Distance parcourue en zone côtière	10%
Probabilité de collision retenue	$3,5 \times 10^{-7}$ /MN/an

Dans le but d'obtenir une probabilité spécifique au secteur à l'étude comprenant une partie du fleuve Saint-Laurent (à partir de Les Escoumins) et la route d'approche des navires-citernes sur le Saguenay vers le quai de GNL Québec, la fréquence d'échouement au niveau mondial est corrigée à l'aide de facteurs locaux (voir tableau 8-1). On estime qu'un navire-citerne de GNL type se trouve en mer 65 % du temps et qu'il navigue à une vitesse moyenne de 17 nœuds, ce qui donne une distance totale parcourue de 96 798 MN. On considère ensuite que les collisions qui ont lieu durant l'approche à un port constituent 50 % de toutes les collisions qui ont lieu dans le monde, et qu'un navire passe 10 % de son temps pour effectuer l'approche vers le quai de GNL Québec. On obtient ainsi une probabilité de collision de $3,5 \times 10^{-7}$ /MN/an.

La probabilité de collision finale varie en fonction du lieu où se trouve le navire-citerne, et par conséquent le trajet du navire-citerne est divisé en cinq secteurs. Ces secteurs sont les suivants :

- Secteur 1 : quai de GNL Québec (du quai de GNL Québec jusqu'à l'entrée de la baie des Ha! Ha!);
- Secteur 2 : baie des Ha! Ha! (entrée de la baie des Ha! Ha!);
- Secteur 3 : sur la rivière Saguenay (de l'entrée de la baie des Ha! Ha! jusqu'à L'Anse-de-Roche);
- Secteur 4 : sur la rivière Saguenay (de L'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure);
- Secteur 5 : sur le fleuve Saint-Laurent (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins).

Ainsi, la probabilité de fuite de GNL est déterminée en multipliant la probabilité de collision de $3,5 \times 10^{-7}$ /MN/an par la distance parcourue dans chaque secteur et par les facteurs de correction (voir le détail des calculs à l'annexe A) :

- probabilité de collision en fonction de la densité de mouvements de navires;
- probabilité de collision avec un gros navire;
- probabilité de collision latérale menant à une fuite.

² Source: Science Direct, 2007.

La distribution entre les diverses catégories de fuites qui est retenue est établie comme suit :

- brèche de 0-250 mm : 70 %;
- brèche de 250-750 mm : 25 %;
- brèche de 750 mm et plus (considéré comme une brèche de 1500 mm) : 5 %.

8.2.2 Probabilités de fuite de GNL liées à l'échouement d'un navire-citerne

Le tableau 8-2 présente la probabilité d'échouement mondiale pour les navires-citernes de GNL qui repose également sur les données provenant du document intitulé « *Analysing the risk of LNG carrier operations* » (Science Direct, 2007) et portant sur les accidents de navires-citernes de GNL jusqu'en 2005. La fréquence d'échouement au niveau mondial s'élève à $2,8 \times 10^{-3}$ /an, ce qui représente un échouement par 350 ans.

Tableau 8-2 Probabilité de défaillance générique liée à l'échouement d'un navire-citerne de GNL

Base de données	Probabilité
Fréquence d'échouement au niveau mondial ³	$2,8 \times 10^{-3}$ /an
Distance parcourue	96 798 Milles nautiques (MN)
Distance parcourue en zone côtière	10%
Probabilité de collision retenue	$2,9 \times 10^{-7}$ /MN/an

Dans le but d'obtenir une probabilité spécifique au secteur à l'étude comprenant une partie du fleuve Saint-Laurent (à partir de Les Escoumins) et la route d'approche des navires-citernes de GNL sur le Saguenay vers les infrastructures maritimes de GNL Québec, la fréquence d'échouement mondiale est également corrigée à l'aide de facteurs locaux (voir tableau 8-2). La distance parcourue reste à 96 798 MN. On considère ensuite que les échouements qui ont lieu durant l'approche à un port représentent 50 % de tous les échouements qui ont lieu dans le monde, et qu'un navire passe 10 % de son temps pour effectuer l'approche vers les infrastructures maritimes de GNL Québec. On obtient ainsi une probabilité d'échouement de $2,9 \times 10^{-7}$ /MN/an. La probabilité d'échouement finale varie en fonction des mêmes cinq secteurs décrits à la section 8.2.1.

Ainsi, la probabilité de fuite de GNL est déterminée en multipliant cette dernière probabilité d'échouement de $2,9 \times 10^{-7}$ /MN/an par la distance parcourue dans chaque secteur et par les facteurs de correction suivants (voir le détail des calculs à l'annexe A) :

- probabilité liée au nombre de changements de cap;
- probabilité liée à l'emploi d'un pilote à bord;
- possibilité de fuite lors de l'échouement.

Dans le cadre de cette étude, il est supposé qu'une fuite liée à la perforation de la double coque d'un navire-citerne de GNL, à la suite d'un échouement, n'est possible que lorsque le navire-citerne est en mode propulsion. En conséquence, une fuite qui suit l'échouement d'un navire-citerne lorsqu'il est à la dérive n'est pas considérée plausible.

³ Source: Science Direct, 2007.

La distribution entre les diverses catégories de fuites qui est retenue est également établie comme suit :

- brèche de 0-250 mm : 70 %;
- brèche de 250-750 mm : 25 %;
- brèche de 750 mm et plus (considéré comme une brèche de 1500 mm) : 5 %.

8.2.3 Probabilités de défaillance lors de collision au quai

La probabilité de défaillance générique lors de collision au quai de transbordement est tirée du document produit par DNV-GL qui fixe cette probabilité à 9×10^{-6} passage de navires pour des estuaires étroits de largeur variant entre 0,5 et 2,5 km. Si l'on considère 200 passages de navires par an au quai, alors la probabilité de défaillance lors de collisions au quai est de $3,6 \times 10^{-5}$ /an.

8.2.4 Autres (fuites à la station de reliquification et à la salle des machines)

Les autres cas concernent les risques liés aux défaillances de la station de reliquification et de la salle des machines. L'analyse a permis de démontrer que les conséquences liées à ces défaillances sont limitées à même le navire-citerne. En conséquence, les probabilités de défaillance génériques liées à ces cas ne sont pas considérées plus en détail dans les calculs du risque individuel.

8.3 PROBABILITÉS D'IGNITION

8.3.1 Probabilités d'ignition immédiate

La probabilité d'ignition immédiate est définie en fonction des grosseurs de fuites et du type de substances en cause. La probabilité retenue est de 0,7 et est applicable pour des liquides inflammables et des débits de fuites supérieurs à 100 kg/s (RIVM, 2009).

8.3.2 Probabilités d'ignition retardée

Afin de calculer le niveau de risque, il est nécessaire d'avoir des renseignements sur les sources d'ignition qui se trouvent dans les zones où un nuage de vapeur inflammable pourrait être transporté. Les sources d'ignition qui se trouvent le long du Saguenay et qui peuvent avoir un impact sur un éventuel nuage de vapeur sont décrites à la section 3.3.2 et les probabilités par type de sources d'ignition sont présentées dans le tableau 8-3.

Tableau 8-3 Probabilités d'ignition retardée par type de source d'ignition

Types d'infrastructures	Probabilité
Parcs/campings/récréotouristiques ⁴	0,023
Résidences unifamiliales/chalets ⁴	0,023
Écoles/garderies/instituts/bâtiments gouvernementaux ⁴	0,092
Commerces ⁵	0,13
Industries (Quai de GNL) ⁶	0,5
Lignes électriques à haut voltage ⁶	0,2 (per 100 m)
Voies de circulation terrestre ⁶	0,4
Voies de circulation marine ⁶	0,2

8.4 PROBABILITÉS LIÉES À LA DIRECTION DES VENTS

Les probabilités liées à la direction des vents sont établies à partir des données de normales climatiques au Canada issues d'Environnement et Changement climatique Canada pour Bagotville et Tadoussac (voir l'annexe B).

⁴ Source: Table 1, RIVM, 2009.

Nombre d'habitants par habitation évaluée à partir des données de Statistiques Canada (ex. : 2,3 habitants par résidence unifamiliale)

⁵ Source: OGP, 2010.

⁶ Source: Table 1, RIVM, 2009.

9 ÉVALUATION DU RISQUE

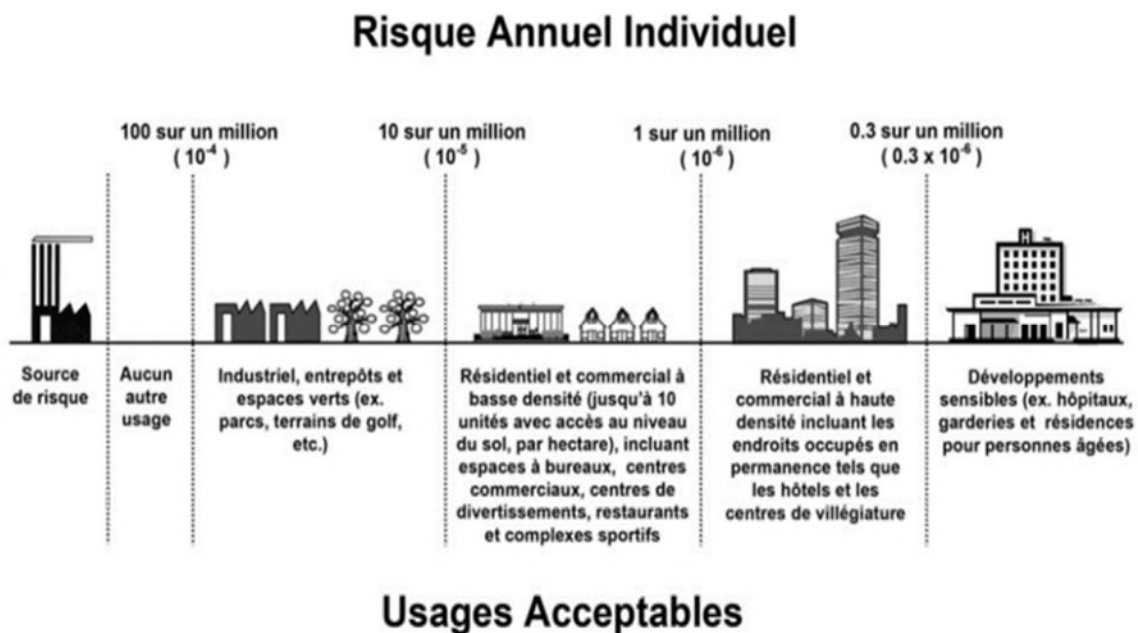
9.1 CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ

Lors de l'analyse des risques d'accidents technologiques majeurs, le CRAIM recommande l'utilisation de l'approche probabiliste, ou approche basée sur le risque, pour l'aménagement du territoire. Il s'agit de l'approche également recommandée par le CCAIM. Cette approche probabiliste est aussi appelée Analyse quantitative des risques ou communément « *Quantitative Risk Assessment* » (QRA).

Cette analyse considère que le risque individuel correspond à la probabilité de décès sur une période donnée d'une personne non protégée demeurant à un point fixe et qui ne peut s'échapper de la zone à risque. Il est important de souligner qu'en cas de fuite de GNL, le risque d'incendie est principalement attribuable à une ignition retardée ce qui laisse le temps aux personnes à proximité d'évacuer ou de se mettre à l'abri et de mettre en œuvre les procédures d'évacuation.

Les résultats pour ce risque sont établis en termes de distances par rapport au navire-citerne qui sont ensuite comparés aux critères recommandés dans les lignes directrices du CCAIM où le niveau de risque jugé acceptable est défini en fonction de l'utilisation du site (et des récepteurs sensibles qui y sont présents). À cet effet, les récepteurs sensibles sont passés en revue sur toute la longueur du trajet à l'étude, parcouru par le navire-citerne, de manière à les mettre en relation avec ces distances, et ce, pour finalement en évaluer l'acceptabilité. La figure 9-1 a été élaborée par le CCAIM et a servi d'outil de référence pour cette évaluation.

Figure 9-1 Critères d'acceptabilité du risque selon le CCAIM



(Source : CRAIM, 2017)

9.2 RÉSULTATS DE CALCUL DU RISQUE INDIVIDUEL

Le risque individuel est défini comme étant la probabilité de décès sur une période donnée d'une personne non protégée demeurant à un point fixe et qui ne peut s'échapper de la zone à risque. L'évaluation du risque individuel a été effectuée à l'aide du logiciel SAFETI (version 8.11) de DNV-GL.

Il ressort de l'évaluation qu'il n'y a pas de récepteurs sensibles, tels des hôpitaux, des garderies et des résidences pour personnes âgées, dans les zones avec un niveau de risque supérieur à $0,3 \times 10^{-6}$ (3 décès par 10 millions d'années). De plus, on ne retrouve pas de sites résidentiels et commerciaux à haute densité, incluant des endroits occupés en permanence, tels des hôtels et des centres de villégiature, dans les zones avec un niveau de risque supérieur à 1×10^{-6} (1 décès par million d'années). Les seuls endroits où le critère de 1×10^{-5} (1 décès par 100 000 ans) a été atteint se situent tous à proximité ou à l'intérieur des infrastructures maritimes de GNL Québec. À la lumière de ces informations, on peut donc conclure que le risque individuel évalué est acceptable sur toute la longueur du trajet des navires-citernes ayant fait l'objet de la présente étude.

De façon générale, le risque individuel évalué est inférieur à un décès par million d'années pour une personne se trouvant à proximité du navire-citerne lorsqu'il se trouve à quai. À titre comparatif, vous trouverez en annexe C les figures montrant les courbes du risque individuel sur l'ensemble du trajet des navires-citernes des quais de transbordement jusqu'à la station de pilotage de Les Escoumins.

10 MESURES D'ATTÉNUATION ET RECOMMANDATIONS

Tel que mentionné dans la section précédente, l'analyse de risques confirme que le risque individuel est acceptable selon les critères du CCAIM en tenant compte des mesures d'atténuation prévues ou déjà en place, lesquelles sont basées sur les exigences des normes en vigueur et des pratiques de GNL Québec et des navires-citernes transportant du GNL et qui seront mises en œuvre, ainsi que les mesures de navigation déjà en vigueur. En conséquence, à ce stade du projet on ne recommande aucune mesure additionnelle de réduction des risques, étant donné que des mesures adéquates sont déjà prévues dans les différentes réglementations et normes en vigueur, qu'il y a une communication radio constante avec les Services de trafic maritime (STM) de la Garde côtière canadienne (GCC) et que les recommandations qui seront apportées lors du processus d'analyse TERMPOL par un groupe d'experts gouvernementaux permettront de préciser les mesures spécifiques qui devront être mises en place, s'il y a lieu. De plus, étant donné que les résultats obtenus se situent à un niveau de risques à l'intérieur des limites acceptables, il n'y a pas eu lieu d'effectuer des analyses supplémentaires.

En définitive, la présente analyse démontre que le transport de GNL par des navires-citernes sur la rivière Saguenay et le fleuve Saint-Laurent, jusqu'à Les Escoumins représente un risque individuel acceptable selon les critères du CCAIM dans un contexte où les risques technologiques ont été évalués en utilisant de multiples hypothèses conservatrices, et que les risques réels posés devraient être inférieurs à ceux analysés.

10.1 PLAN DE MESURES D'URGENCE

Chaque navire est soumis à des réglementations et normes locales et internationales très strictes en matière de prévention des risques et d'intervention d'urgence. Les navires-citernes doivent notamment se conformer aux « Directives pour l'élaboration de plans d'urgence de bord contre la pollution des mers par les hydrocarbures et/ou les substances liquides nocives » (OMI, 2005).

De plus, le plan des mesures d'urgence pour les installations terrestres de GNL Québec sera harmonisé avec celui des navires-citernes lors des activités de transbordement au quai.

ANNEXE A CALCULS DES PROBABILITÉS

PROBABILITÉS DE COLLISION										
Tronçon	Fréquence de collision mondiale (/MN/an)	Distance parcourue (MN)	Fréquence de collision non corrigée sur le tronçon (/an)	Densité de mouvements des bateaux	Probabilité de collision avec un gros bateau	Probabilité de collision à 90°	Fréquence de collision menant à une fuite sur le tronçon (/an)	Probabilité de fuite à la flottaison/bas du navire	Probabilité liée à la grosseur de la fuite	Fréquence de fuite sur le tronçon (/an)
Fuite 250 mm - Flottaison										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,4	0,5	5,79E-08	0,9	0,7	3,65E-08
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,4	0,5	1,85E-07	0,9	0,7	1,17E-07
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,4	0,05	2,16E-08	0,9	0,7	1,36E-08
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,4	0,05	3,07E-08	0,9	0,7	1,94E-08
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,8	0,5	2,50E-06	0,9	0,7	1,58E-06
Fuite de 750 mm - Flottaison										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,2	0,5	2,90E-08	0,9	0,25	6,52E-09
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,2	0,5	9,25E-08	0,9	0,25	2,08E-08
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,2	0,05	1,08E-08	0,9	0,25	2,43E-09
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,2	0,05	1,54E-08	0,9	0,25	3,46E-09
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,4	0,5	1,25E-06	0,9	0,25	2,82E-07
Fuite 1500 mm - Flottaison										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,1	0,5	1,45E-08	0,9	0,05	6,52E-10
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,1	0,5	4,63E-08	0,9	0,05	2,08E-09
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,1	0,05	5,39E-09	0,9	0,05	2,43E-10
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,1	0,05	7,68E-09	0,9	0,05	3,46E-10
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,2	0,5	6,26E-07	0,9	0,05	2,82E-08
Fuite 250 mm - Bas navire										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,4	0,5	5,79E-08	0,1	0,7	4,06E-09
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,4	0,5	1,85E-07	0,1	0,7	1,30E-08
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,4	0,05	2,16E-08	0,1	0,7	1,51E-09
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,4	0,05	3,07E-08	0,1	0,7	2,15E-09
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,8	0,5	2,50E-06	0,1	0,7	1,75E-07
Fuite 750 mm - Bas du navire										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,2	0,5	2,90E-08	0,1	0,25	7,24E-10
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,2	0,5	9,25E-08	0,1	0,25	2,31E-09
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,2	0,05	1,08E-08	0,1	0,25	2,70E-10
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,2	0,05	1,54E-08	0,1	0,25	3,84E-10
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,4	0,5	1,25E-06	0,1	0,25	3,13E-08
Fuite 1500 mm - Bas du navire										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,1	0,5	1,45E-08	0,1	0,05	7,24E-11
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,1	0,5	4,63E-08	0,1	0,05	2,31E-10
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,1	0,05	5,39E-09	0,1	0,05	2,70E-11
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,1	0,05	7,68E-09	0,1	0,05	3,84E-11
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,2	0,5	6,26E-07	0,1	0,05	3,13E-09

PROBABILITÉS DE COLLISION										
Tronçon	Fréquence de collision mondiale (/MN/an)	Distance parcourue (MN)	Fréquence de collision non corrigée sur le tronçon (/an)	Densité de mouvements des bateaux	Probabilité de collision avec un gros bateau	Probabilité de collision à 90°	Fréquence de collision menant à une fuite sur le tronçon (/an)	Probabilité de fuite à la flottaison/bas du navire	Probabilité liée à la grosseur de la fuite	Fréquence de fuite sur le tronçon (/an)
Fuite 250 mm - Flottaison										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,4	0,5	5,79E-08	0,9	0,7	3,65E-08
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,4	0,5	1,85E-07	0,9	0,7	1,17E-07
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,4	0,05	2,16E-08	0,9	0,7	1,36E-08
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,4	0,05	3,07E-08	0,9	0,7	1,94E-08
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,8	0,5	2,50E-06	0,9	0,7	1,58E-06
Fuite de 750 mm - Flottaison										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,2	0,5	2,90E-08	0,9	0,25	6,52E-09
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,2	0,5	9,25E-08	0,9	0,25	2,08E-08
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,2	0,05	1,08E-08	0,9	0,25	2,43E-09
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,2	0,05	1,54E-08	0,9	0,25	3,46E-09
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,4	0,5	1,25E-06	0,9	0,25	2,82E-07
Fuite 1500 mm - Flottaison										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,1	0,5	1,45E-08	0,9	0,05	6,52E-10
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,1	0,5	4,63E-08	0,9	0,05	2,08E-09
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,1	0,05	5,39E-09	0,9	0,05	2,43E-10
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,1	0,05	7,68E-09	0,9	0,05	3,46E-10
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,2	0,5	6,26E-07	0,9	0,05	2,82E-08
Fuite 250 mm - Bas navire										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,4	0,5	5,79E-08	0,1	0,7	4,06E-09
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,4	0,5	1,85E-07	0,1	0,7	1,30E-08
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,4	0,05	2,16E-08	0,1	0,7	1,51E-09
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,4	0,05	3,07E-08	0,1	0,7	2,15E-09
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,8	0,5	2,50E-06	0,1	0,7	1,75E-07
Fuite 750 mm - Bas du navire										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,2	0,5	2,90E-08	0,1	0,25	7,24E-10
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,2	0,5	9,25E-08	0,1	0,25	2,31E-09
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,2	0,05	1,08E-08	0,1	0,25	2,70E-10
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,2	0,05	1,54E-08	0,1	0,25	3,84E-10
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,4	0,5	1,25E-06	0,1	0,25	3,13E-08
Fuite 1500 mm - Bas du navire										
Secteur 1 du quai GNL QC (du Quai jusqu'à l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	1,7	5,79E-07	0,5	0,1	0,5	1,45E-08	0,1	0,05	7,24E-11
Secteur 2 baie des HaHa (l'entrée de la Baie des Ha! Ha!)	3,5E-07	5,3	1,85E-06	0,5	0,1	0,5	4,63E-08	0,1	0,05	2,31E-10
Secteur 3 rivière Saguenay (de l'entrée de la Baie des Ha! Ha! jusqu'à l'Anse-de-Roche)	3,5E-07	31,2	1,08E-05	0,1	0,1	0,05	5,39E-09	0,1	0,05	2,70E-11
Secteur 4 rivière Saguenay (de l'Anse-de-Roche jusqu'à l'embouchure)	3,5E-07	14,8	5,12E-06	0,3	0,1	0,05	7,68E-09	0,1	0,05	3,84E-11
Secteur 5 sur le fleuve (de l'embouchure jusqu'à Les Escoumins)	3,5E-07	18,1	6,26E-06	1	0,2	0,5	6,26E-07	0,1	0,05	3,13E-09

ANNEXE B PROBABILITÉS LIÉES À LA DIRECTION DES VENTS

Station de Bagotville**Répartition des directions de vents par classe de stabilité de Pasquill pour les années 2013-2017**

Vent	Stabilité AB-1B	Stabilité CD-1D	Stabilité CD-3D	Stabilité CD-5D	Stabilité D-10D	Stabilité E-2E	Stabilité F-2F	TOTAL
N	1,81	1,16	0,27	0,05	0,01	0,58	0,92	4,82
NNE	0,33	0,07	0,09	0,02	0	0,02	0,06	0,59
NE	0,31	0,08	0,08	0,01	0	0,03	0,07	0,59
ENE	0,72	0,14	0,37	0,1	0,1	0,08	0,12	1,63
E	3,07	0,77	6,7	5,82	5,3	1,85	1,81	25,32
ESE	0,94	0,52	1,69	0,89	0,53	0,92	1,29	6,77
SE	0,41	0,35	0,37	0,1	0,04	0,38	0,72	2,38
SSE	0,21	0,21	0,14	0,07	0,02	0,14	0,55	1,34
S	0,52	0,42	0,3	0,09	0,05	0,49	1,61	3,5
SSO	0,31	0,22	0,29	0,15	0,06	0,35	1,23	2,6
SO	0,41	0,19	0,53	0,41	0,23	0,4	0,93	3,1
OSO	0,67	0,22	1,3	0,84	0,45	0,83	1,28	5,59
O	1,84	0,44	5,88	5,01	4,84	3,25	3,14	24,4
ONO	1,15	0,24	2,44	3,31	3,89	0,74	0,42	12,18
NO	0,69	0,16	0,99	0,96	0,72	0,21	0,2	3,93
NNO	0,54	0,1	0,32	0,12	0,06	0,04	0,08	1,26
TOTAL	13,95	5,3	21,76	17,96	16,31	10,3	14,42	100

Site de Tadoussac**Répartition des directions de vents par classe de stabilité de Pasquill pour les années 2013-2017**

Vent	Stabilité AB-1B	Stabilité CD-1D	Stabilité CD-3D	Stabilité CD-5D	Stabilité D-10D	Stabilité E-2E	Stabilité F-2F	TOTAL
N	0,3	0,7	0,3	0,0	0,0	0,4	0,5	2,1
NNE	0,2	0,4	0,4	0,1	0,0	0,3	0,2	1,5
NE	0,3	0,4	1,3	1,1	1,0	0,3	0,2	4,6
ENE	0,8	0,5	1,6	1,5	1,2	0,5	0,3	6,4
E	2,5	0,8	3,4	1,3	0,8	0,9	0,5	10,2
ESE	1,3	0,5	1,5	0,3	0,1	0,3	0,1	4,2
SE	1,0	0,4	1,1	0,3	0,1	0,2	0,1	3,3
SSE	0,6	0,3	1,2	0,4	0,1	0,2	0,1	3,0
S	0,5	0,3	1,1	1,3	1,0	0,2	0,1	4,5
SSO	0,1	0,2	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	1,8
SO	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	1,1
OSO	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	1,3
O	1,0	0,7	2,6	2,4	4,5	1,2	0,7	13,1
ONO	0,7	0,7	4,1	5,7	15,0	3,5	2,3	32,0
NO	0,3	0,5	2,1	1,9	1,4	1,7	1,0	8,8
NNO	0,2	0,5	0,7	0,1	0,0	0,5	0,4	2,4
TOTAL	10,1	7,3	22,5	17,2	25,4	10,8	6,7	100,0

ANNEXE C RÉSULTATS – COURBES DE RISQUE INDIVIDUEL

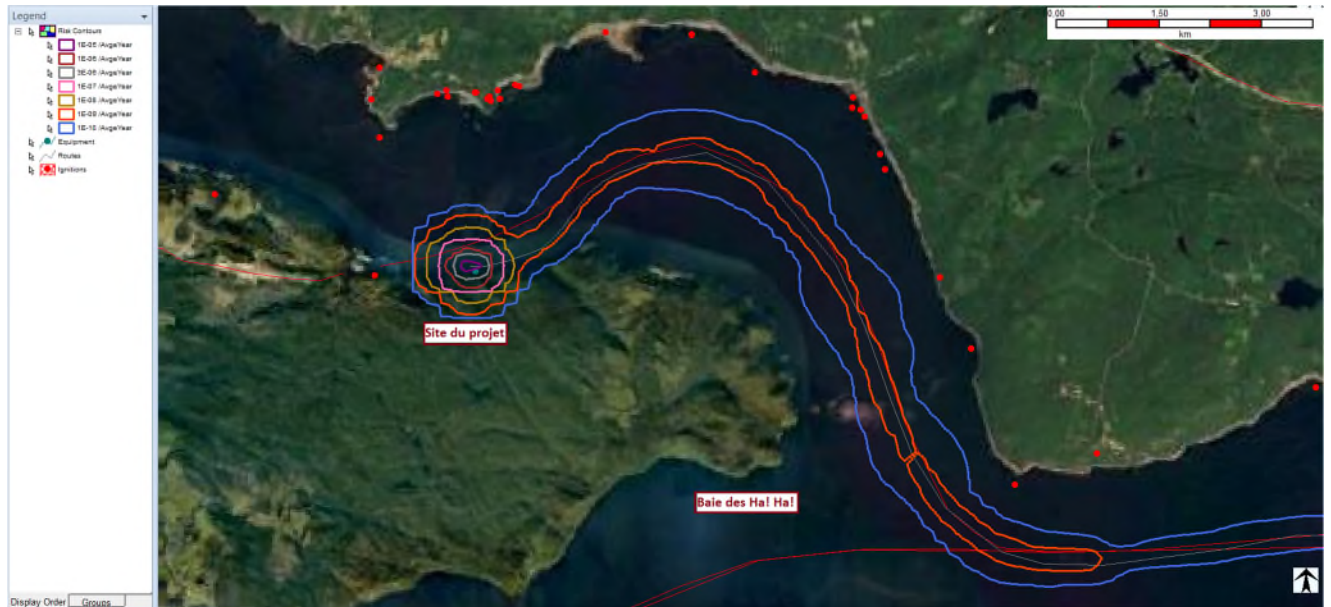


Figure C-1 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 1 et Secteur 2

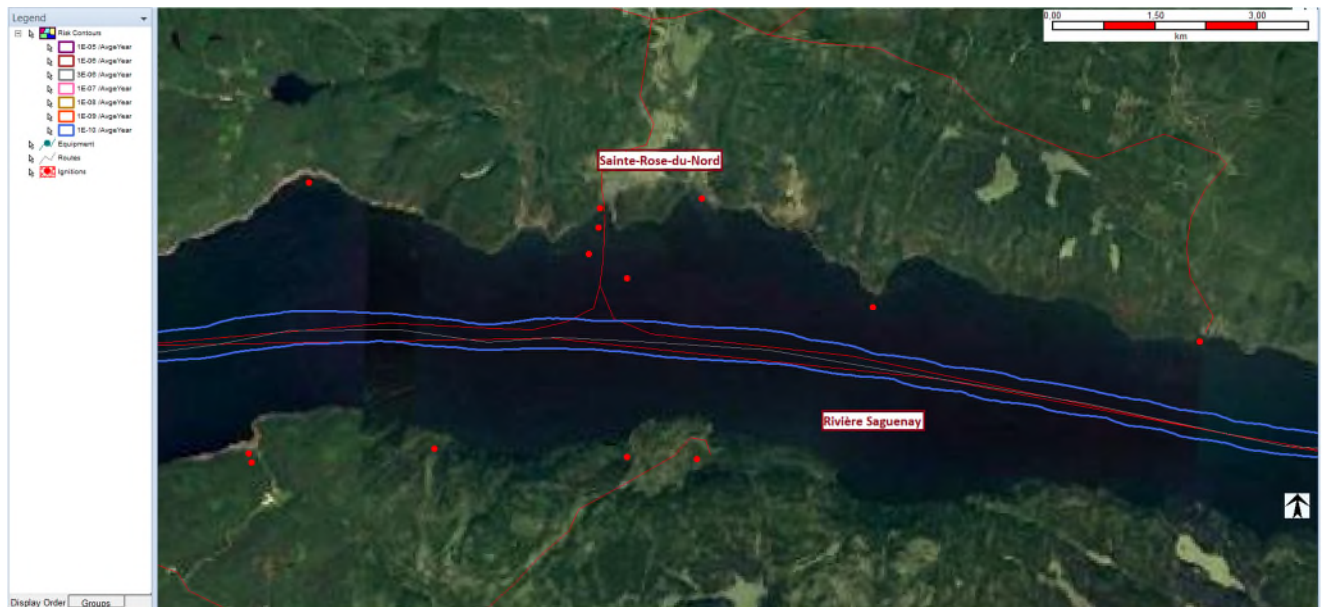


Figure C-2 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 3



Figure C-3 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 3 (suite)

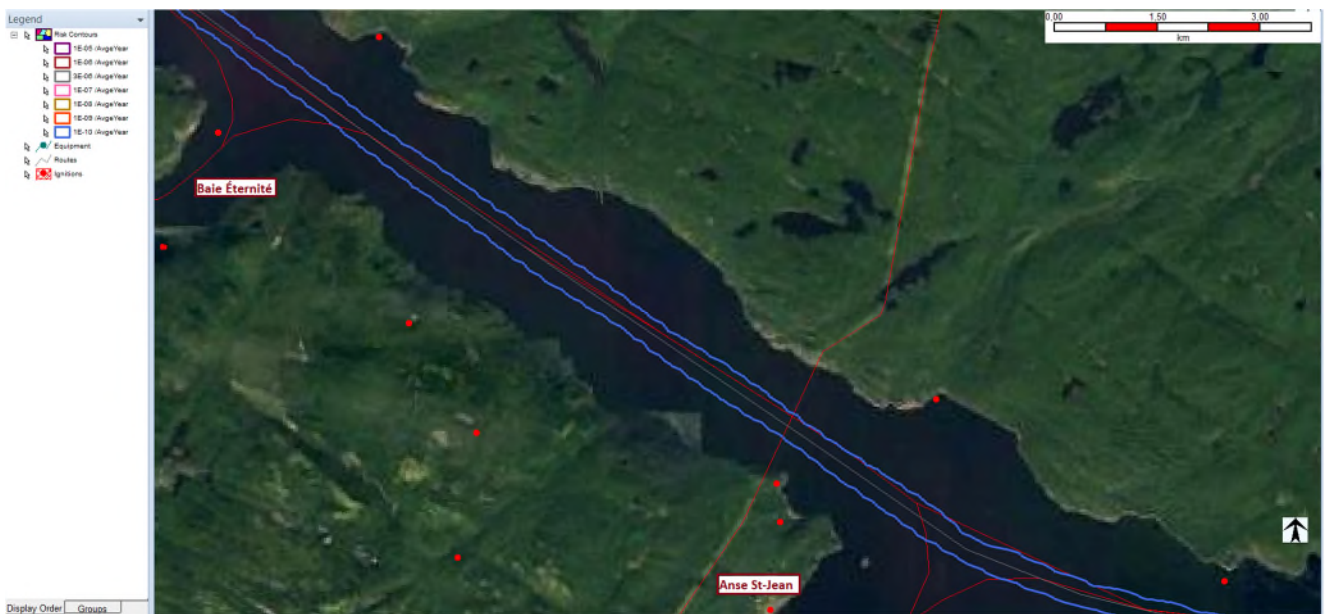


Figure C-4 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 3 (suite)

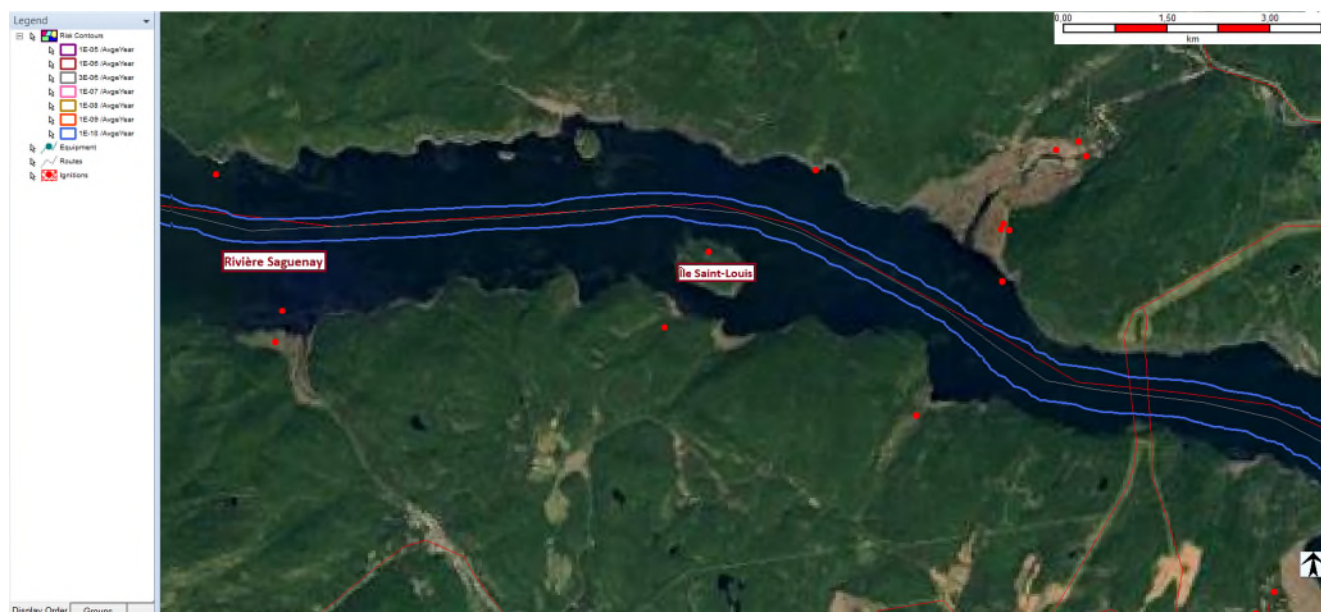


Figure C-5 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 3 (suite)

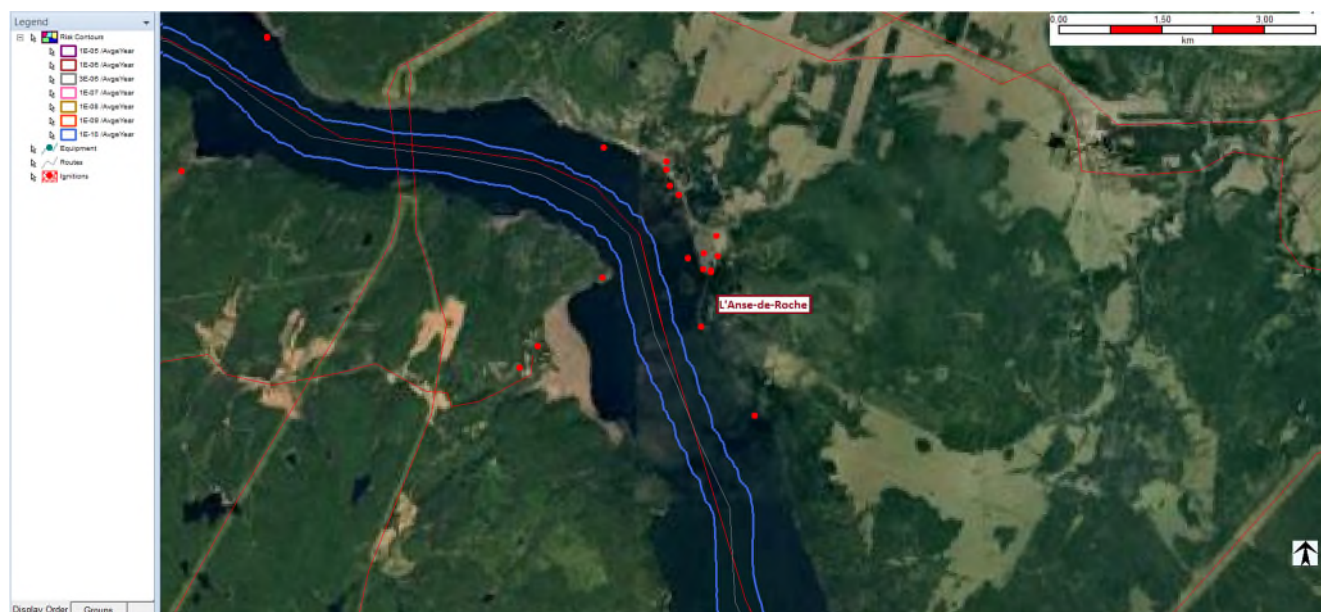


Figure C-6 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 3 et Secteur 4



Figure C-7 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 4

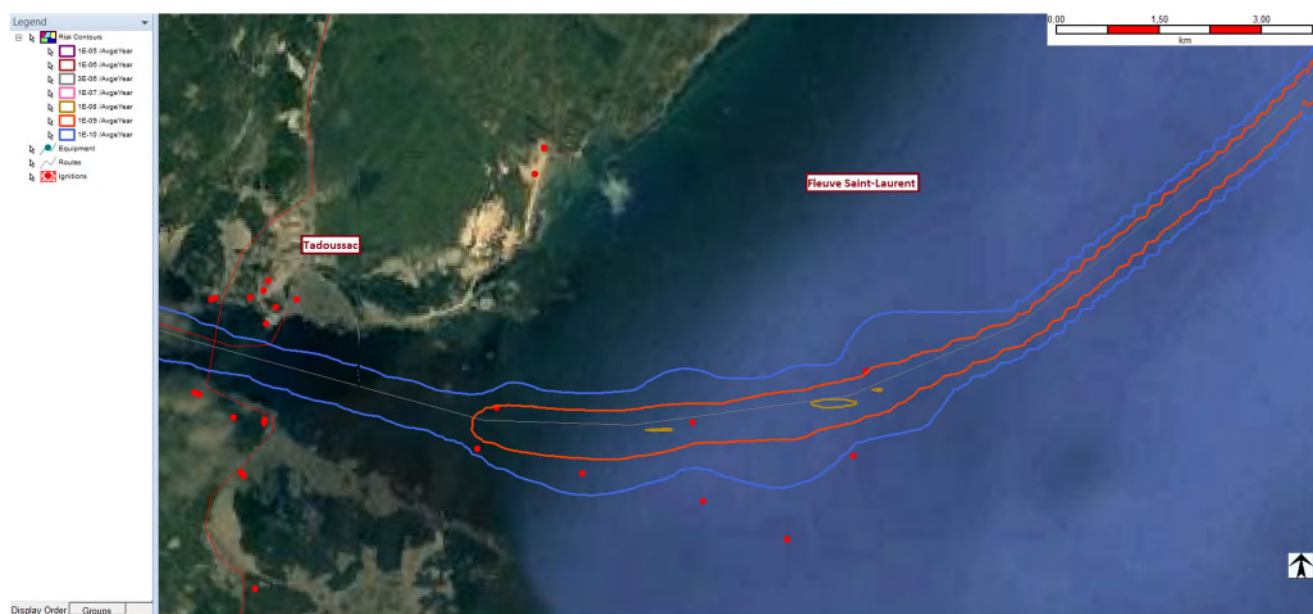


Figure C-8 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 4 et Secteur 5

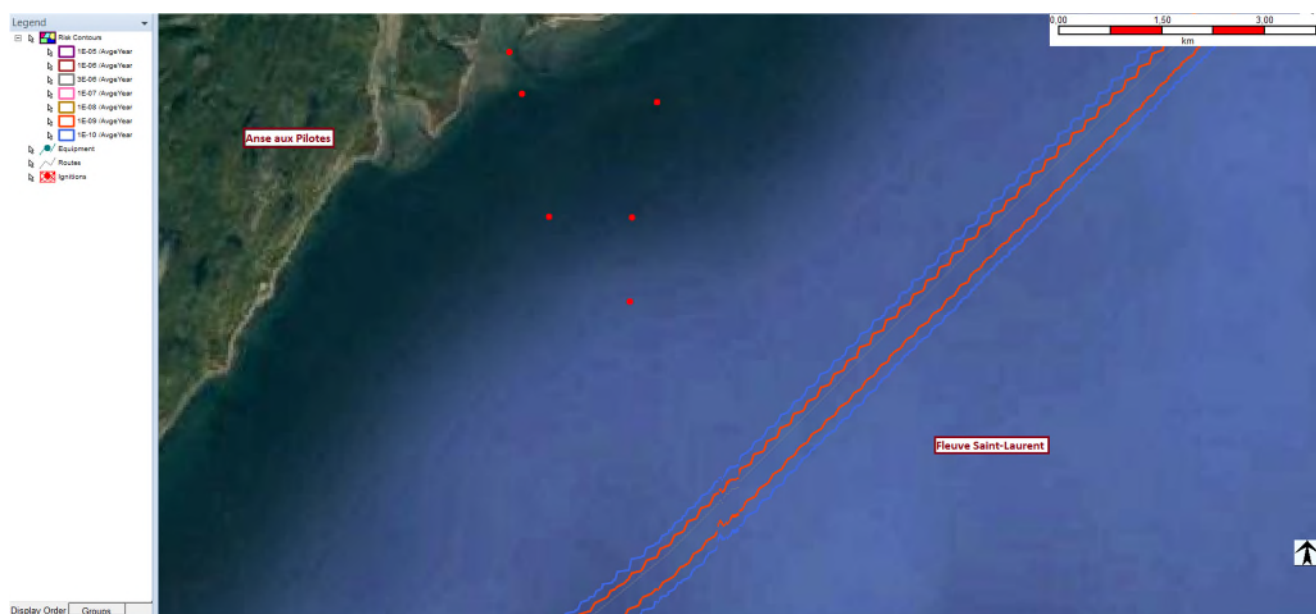


Figure C-9 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 5 (suite)

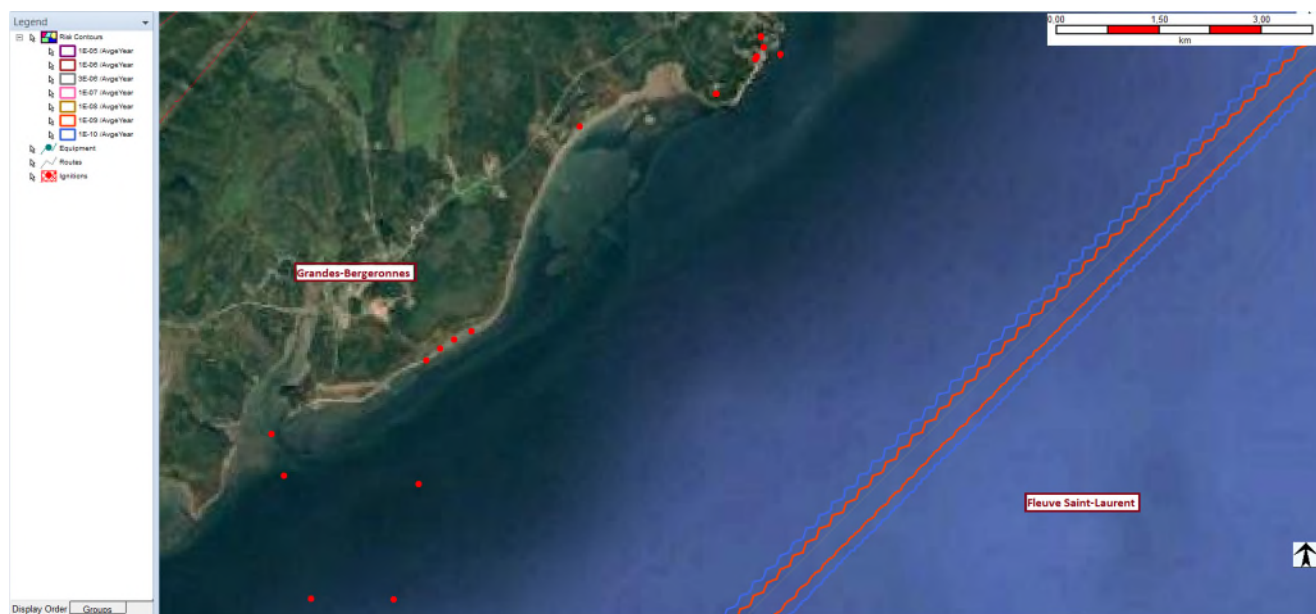


Figure C-10 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 5 (suite)

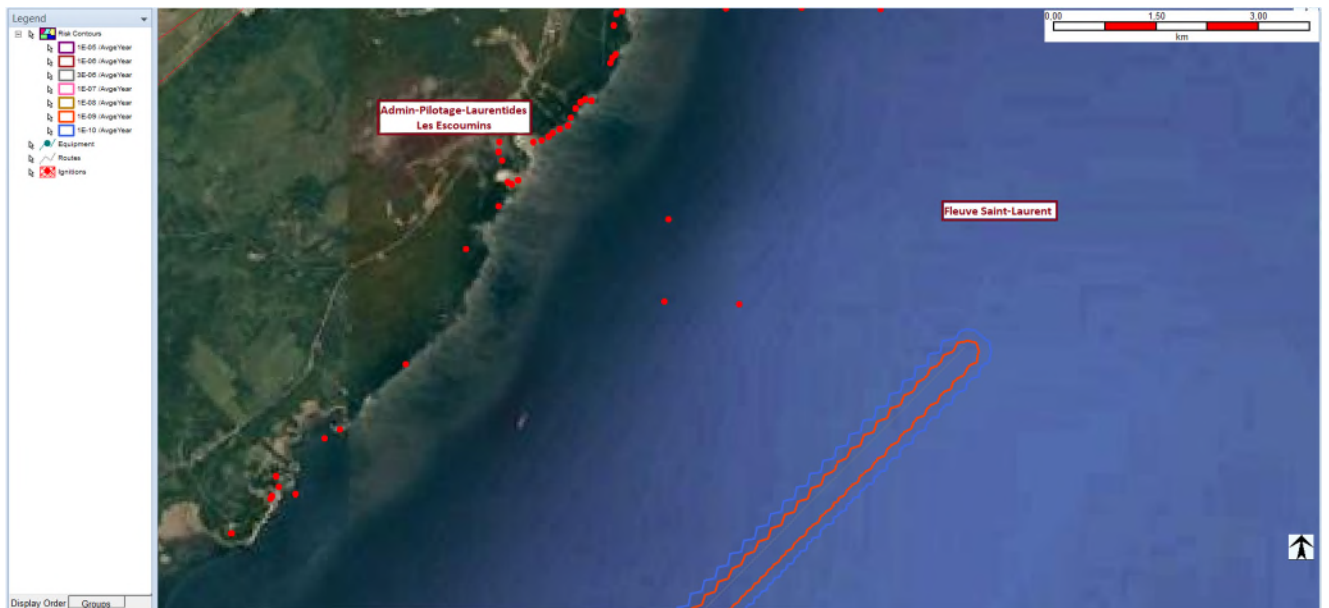


Figure C-11 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 5 (suite)



Figure C-11 - Risque individuel lié à une fuite accidentelle de GNL – Secteur 5 et Les Razades

ANNEXE D RÉFÉRENCES

Références citées dans l'étude:

1. **CRAIM, 2015.** Les valeurs de référence des seuils d'effets pour la planification des mesures d'urgence et l'aménagement du territoire, Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM), édition 2015.
2. **CRAIM, 2017.** Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs, Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM), édition 2017.
3. **Énergir, 2015.** MSDS - Liquefied Natural Gas, Énergir (anciennement Gaz Métro), juillet 2015
4. **GNL Québec, 2018.** <http://energiesaguenay.com/fr/propos-du-gnl/production-transport/>
5. **GIIGNL, 2017.** The LNG industry Annual report, Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié (GIIGNL), 2017
6. **MELCC, 2002.** Guide d'analyse de risque d'accidents technologiques majeurs, Marie-Claude Théberge, MELCC, juin 2002.
7. **MELCC, 2015.** Directive pour le projet Énergie Saguenay de construction d'un complexe de liquéfaction de gaz naturel sur le territoire de la ville de Saguenay par GNL Québec Inc., Dossier 3211-10-021, Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique, MELCC, décembre 2015.
8. **OGP, 2010.** Ignition probabilities, Report No. 434 – 6.1, International Association of Oil & Gas Producers, OGP Publication, Mars 2010.
9. **OMI, 2005.** Directives pour l'élaboration de plans d'urgence de bord contre la pollution des mers par les hydrocarbures et/ou les substances liquides nocives » (résolution MEPC.85(44), adoptée le 13 mars 2000 et modifiée par la résolution MEPC.137(53), adoptée le 22 juillet 2005 par l'Organisation Maritime Internationale (OMI)).
10. **QUEST, 2018a.** Preliminary Quantitative Risk Assessment and Consequence Analysis for the Énergie Saguenay LNG Project, 26175-QRA01-RevF0, Quest Consultants, 2018.
11. **RIVM, 2009.** Manual Bevi Risk Assessments, Rev. 3.2, RIVM, 2009
12. **Science Direct, 2007.** Analysing the risk of LNG carrier operations, E.Vanem et al., Reliability Engineering and System Safety, Science Direct, Août 2007.
13. **Transports Canada, 2014.** Processus d'examen TERMPOLE (TP 743F), décembre 2014.
14. **USEPA, 2018.** Code of Federal Regulations, 40 CFR Part 68, Subpart B - Hazard Assessment, USEPA, novembre 2018 (https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=39b583ccbbc4cd66289b26c24f864686&mc=true&tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr68_main_02.tpl).
15. **UDEPA, 2009.** Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis, USEPA, mars 2009 (<https://www.epa.gov/rmp/rmp-guidance-offsite-consequence-analysis>).
16. **WOODWARD, 2010.** LNG risk based safety: modeling and consequence analysis, John L Woodward, Robin Pitblado, AIChE/Wiley, 2010.
17. **WSP, 2018.** Évaluation des effets et des risques environnementaux liés à l'accroissement du transport maritime sur le Saguenay. Rapport préliminaire. Rapport produit pour GNL Québec Inc. 157 pages et annexes, juin 2018.

Autres références:

1. *A Contribution to the Analysis of Maritime Accidents with Catastrophic Consequence*, Lusic Zvonimir M. Sc., Erceg Tonci, Faculty of Maritime Studies Split, Croatia.
2. *Active and passive measures to maintain pressure in LNG fuel systems for ships*, Master Thesis, Hugo Eugen Hernes, Norwegian University of Science and Technology - Department of Energy and Process Engineering, 2015.
3. *Boil off gas handling on LNG fuelled vessels with high pressure gas injected engines*, Master Thesis, Arrigo Battistelli, Politecnico di Milano, Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione 2014/2015.
4. *Breach and Safety Analysis of Spills Over Water from Large Liquefied Natural Gas Carriers - SANDIA REPORT (SAND2008-3153)*, Anay Luketa, M. Michael Hightower, Steve Attaway, Sandia National Laboratories, mai 2008.
5. *Characterization of the Reliquefaction Systems installed on board of the LNG ships (28(100) z. 1 pp. 83–87)*, M. Matyszczak, L. Kaszycki, Scientific Journals, Maritime University of Szczecin, 2011.
6. *Consequences of LNG Marine Incidents*, R M Pitblado, J Baik, G J Hughes, C Ferro, S J Shaw, Det Norske Veritas (USA) Inc., CCPS Conference Orlando June 29-July 1 2004.
7. *Cryogenic Refrigeration Cycle for Re-Liquefaction of LNG Boil-Off Gas*, J. W. Moon, Y. P. Lee, Y. W. Jin, E. S. Hong and H. M. Chang, International Cryocooler Conference, Inc., 2007.
8. *CSA Z276 Siting Study for the Énergie Saguenay LNG Project*, 26175-CAS01-RevF0, Quest Consultants, 2018.
9. *Hazard Identification Analysis (HAZID/ENVID) Énergie Saguenay LNG Project*, 6034-26175-HID02-RevD1, Quest Consultants, 2018.
10. *Impact of ship age on tanker accidents*, A. Papanikolaou, E. Eliopoulou, Proceedings of the 2nd Int. Symposium on "Ship Operations, Management and Economics", The Greek Section of the Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME), Athens, Sep. 17-18, 2008.
11. *Liquefied Natural Gas Safety Research Report to Congress*, United States Department of Energy - Office of Fossil Energy, mai 2012.
12. *LNG Pool Fire Modeling*, White Paper, Mary Kay O'Connor Process Safety Center, Artie McFerrin Department of Chemical Engineering, Texas A&M University System, Septembre 2008.
13. *LNG source term models for hazard analysis - A review of the state-of-the-art and an approach to model assessment*, Dr DM Webber, Dr SE Gant, Dr MJ Ivings & SF Jagger, Health and Safety Laboratory, 2006.
14. *LNG systems for natural gas propelled ships*, M Chorowski, P Duda, J Polinski, J Skrzypacz, Wroclaw University of Technology, Poland. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, CEC 2015.
15. *On-board reliquefaction for LNG ships*, Dr. K-D.Gerdsmeier & W.H.Isalski, Tractebel Gas Engineering, GasTech, 2005.
16. *Propulsion Trends in LNG Carriers - Two-stroke Engines*, MAN Diesel & Turbo, August 2013.

17. *Safety and Risk Management of Large LNG Spills Over Water*, Michael Hightower, Energy Systems Analysis Department, Sandia National Laboratories.
18. *Ship systems for natural gas liquefaction* (30 (2016) pp.105-112), A. Vorkapić et al., Scientific Journal of Maritime Research, 2016.
19. *Summary of investigations into the effect of fire on LNG carrier cargo containment systems*, SIGTTO, 2004.
20. *Tankers, accidents/incidents and trends*, Kostas Deilakis, Lloyd's Register Marine.

Logiciels :

1. PHAST version 8.11 (DNV-GL)
2. SAFETI version 8.11 (DNV-GL)
3. ArcGIS (Esri)
4. Google Earth Pro 2018 (Google)

13-5 *PLAN DE MESURES D'URGENCE*

PROJET N° : 161-00666-00

PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

PLAN PRÉLIMINAIRE DES MESURES D'URGENCE

OCTOBRE 2018





PROJET ÉNERGIE SAGUENAY

PLAN PRÉLIMINAIRE DES MESURES D'URGENCE

GNL QUÉBEC INC.

VERSION PRÉLIMAIRE

PROJET NO.: 161-00666-00
DATE : OCTOBRE 2018

PRÉAMBULE

Dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) du projet Énergie Saguenay de construction et d'opération d'un complexe de gaz naturel, situé dans la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean, GNL Québec (GNLQ) doit déposer un plan préliminaire des mesures d'urgence (PMU). Ce plan doit couvrir les phases de construction et d'opération.

Le plan des mesures d'urgence a pour but de :

- réunir toute l'information nécessaire pour prévenir des situations dangereuses et pour intervenir adéquatement lorsqu'une telle situation se produit.
- réduire les risques d'accident pouvant avoir des conséquences néfastes sur la santé et la sécurité du personnel et de la population environnante.
- proposer des moyens efficaces d'intervention afin de minimiser les dommages dans l'éventualité où un tel accident surviendrait malgré les mesures correctives en place.

Dans sa version finale, le PMU sera conforme à la norme CAN/CSA-Z731-F03 : *Planification des mesures et interventions d'urgence* ainsi qu'au *Règlement sur les urgences environnementales* d'Environnement Canada (DORS/2003-207).

ENGAGEMENTS DE LA DIRECTION

Le succès et l'efficacité d'un plan des mesures d'urgence reposent sur l'implication et la volonté de la direction à mettre en place les ressources financières, humaines et opérationnelles requises pour assurer une préparation et une réponse rapide et efficace à toute situation d'urgence pouvant survenir dans le cadre de la construction et des opérations.

Des situations d'urgence peuvent survenir et perturber le milieu dans lequel il est implanté. GNLQ s'efforce d'en minimiser l'empreinte environnementale en implantant des pratiques responsables à l'égard de l'environnement dans toutes ses activités y compris dans la gestion des situations d'urgence environnementale.

GNL QUÉBEC

DÉVELOPPEMENT DURABLE : NOTRE POLITIQUE

INNOVER LOCALEMENT, LIVRER MONDIALEMENT

Préambule

L'énergie est au cœur de la prospérité économique et de la qualité de l'environnement. La contribution de l'énergie au développement économique, à la réduction de la pauvreté, au soutien de l'éducation et à l'augmentation générale de notre qualité de vie et de celle de l'humanité est reconnue par tous. C'est dans ce contexte mondial que le projet Énergie Saguenay vise à utiliser des technologies de pointe pour réduire les émissions de GES dans les économies développées, et permettre aux pays en développement et aux communautés de choisir une source d'énergie flexible et à faible émission de GES.

Les gouvernements du monde entier et les principales organisations internationales (CCNUCC) reconnaissent que l'utilisation de l'énergie est indissociable du développement économique et social et du changement climatique. Le rôle des gaz à effet de serre (GES) sur les changements climatiques en cours n'est plus à démontrer (GIEC, 2013). Leur réduction est devenue une lutte de chaque instant pour la communauté nationale (Sommet de Québec, 2015) et internationale (Accord de Paris, 2015).

Au Québec, pour y parvenir, deux grands chantiers font l'unanimité : la réduction des émissions de GES, et le développement et la mise en place de sources énergétiques renouvelables selon une modulation inclusive de type transition-substitution (gouvernement du Québec, 2016). La volonté ultime de GNL Québec est de mener un projet exemplaire, aux impacts négatifs limités, qui tient compte des considérations du milieu de son implantation.

Mission

Dans un contexte de transition énergétique vers une économie planétaire moins carbonée, GNL Québec a pour mission première de rendre disponible le gaz naturel en construisant à Port Saguenay, un complexe de liquéfaction et d'exportation de gaz naturel liquéfié (GNL). Ce complexe, tout en ayant des avantages économiques et sociaux importants dans l'économie nationale et régionale, sera exemplaire grâce à ses installations novatrices et permettra de satisfaire une demande énergétique mondiale qui ne cessera de croître, tout en contribuant à diminuer significativement les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère maintenant et pour les générations futures. En effet, pour la même énergie livrée, le gaz naturel émet moins de GES que le mazout, le diesel, et le charbon, en plus d'éviter presque complètement la production de polluants atmosphériques tels que les oxydes d'azote et les particules fines (EPA, 2004).

En plus de poursuivre sa mission première, GNL Québec, conscient du contexte énergétique régional, national et mondial, fait siennes les intentions formulées dans la dernière politique énergétique du Gouvernement du Québec (2016) et entend ainsi supporter le nécessaire développement associé à des projets énergétiques durable et de transition vers une économie moins émettrice de GES.

Principes

GNL Québec s'engage à déployer les moyens nécessaires pour répondre à sa mission première, à ses engagements et à ses obligations, en appliquant à l'ensemble de ses activités, et dans la mesure du possible (faisabilité technique et économique), les 10 principes suivants :

- Prévenir toutes formes de pollution, protéger l'environnement et améliorer en continu le rendement environnemental de l'entreprise : création d'un comité de suivi, rédaction de procédures, rapport annuel, etc.
- Déployer des programmes de sensibilisation et de formation en matière d'environnement à l'intention de son personnel et de ses fournisseurs : formation continue, accréditation, etc.

- Réduire au minimum ses propres émissions de gaz à effet de serre : mise en place des techniques de mesure et des moyens correctifs, etc.
- Se conformer aux lois et règlements encadrant ses activités de manière proactive et en toute transparence pour assurer le respect des exigences juridiques applicables et des codes de bonnes pratiques reconnus en matière d'environnement et de santé et de sécurité au travail : audit annuel, etc.
- Soutenir la recherche et le développement afin de propulser des technologies innovantes en matière de réduction des émissions de GES : captation et séquestration du carbone, moteur à propulsion utilisant du GNL, complément à des sources énergétiques renouvelables, etc.
- Assurer un dialogue constant avec les parties prenantes locales, dont les premières nations, afin d'avoir une bonne compréhension des besoins et exigences de la communauté d'accueil du projet : comité de consultation.
- Maintenir des activités de consultation des parties prenantes tout au long du cycle de vie du projet (planification, construction, opération) : formation d'un comité de suivi du projet.
- Participer aux activités d'organismes locaux et régionaux dédiés au développement de la communauté d'accueil et au développement de projets ayant des retombées économiques locale et régionale.
- Maximiser les retombées économiques locales du projet par une politique d'embauches et d'achats locaux appropriée, éthique et équitable pour l'ensemble des parties prenantes : selon des critères qui seront connus de tous et identifiés par l'ensemble des parties prenantes.
- Collaborer au développement des secteurs industriel et minier régionaux, et des régions nordiques.

Le Développement durable signifie pour l'entreprise GNL Québec qu'elle est concentrée sur la gestion à long terme de son projet, en améliorant continuellement sa performance environnementale, sa présence sociale et son impact économique positif dans le milieu d'accueil. GNL Québec a l'intention de se positionner comme étant une entreprise exemplaire grâce à son engagement à améliorer sans cesse son rendement en matière de développement durable tout au long du cycle de vie de son projet.

MISE À JOUR DU PMU

Ce plan, établi dans le cadre de l'étude d'impact, est une **version préliminaire et a été préparé pendant l'étape de conception du projet**. Ce plan sera donc révisé, une fois l'ingénierie détaillée du site achevée (structure organisationnelle définie, localisations exactes des aires d'entreposages de produits chimiques connues, mécanismes et rôles des intervenants établis, etc.) et sera mis à jour périodiquement afin de refléter le projet proposé. Les procédures d'intervention spécifiques et les coordonnées des intervenants seront intégrées au plan, une fois ces dernières établies.

Les mises à jour et leur distribution sont sous la responsabilité du Coordonnateur des mesures d'urgence.

TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET	1-1
1.1	Identification	1-1
1.2	Localisation.....	1-1
1.3	Description du projet	1-1
1.3.1	Principales infrastructures.....	1-1
1.3.2	Activités sur le site.....	1-2
1.4	Évaluation des risques	1-3
2	MISE EN PLACE DU PLAN DES MESURES D'URGENCE (PMU).....	2-1
2.1	Critères de décision pour déclencher le PMU.....	2-1
2.2	Processus d'intervention par niveau	2-1
2.3	Phase d'alerte	2-2
2.4	Analyse de la situation	2-4
2.4.1	Communication entre les intervenants.....	2-4
2.4.2	Centre de coordination d'urgence (CCU).....	2-4
3	RÔLE ET RESPONSABILITÉ DES INTERVENANTS.....	3-1
3.1	Intervenants internes	3-1
3.1.1	Travailleur / Premier témoin	3-2
3.1.2	Opérateur à la salle de contrôle	3-3
3.1.3	Secouriste.....	3-4
3.1.4	Chef de la brigade d'intervention	3-5
3.1.5	Membre de la brigade d'intervention.....	3-6
3.1.6	Coordonnateur des mesures d'urgence (ou son substitut).....	3-7
3.1.7	responsable Environnement (ou son substitut).....	3-8
3.1.8	Responsable SST (ou son substitut).....	3-9
3.1.9	Responsable des communications	3-10
3.1.10	Directeur de l'ingénierie.....	3-11
3.1.11	Directeur des opérations	3-12
3.1.12	Direction de GNL Québec	3-13
3.2	Ressources externes	3-14
3.2.1	Service de sécurité incendie de la ville de Saguenay.....	3-14

3.2.2	Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU)	3-14
3.2.3	Sûreté du Québec.....	3-14
3.2.4	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).....	3-14
3.2.5	Environnement Canada.....	3-15
3.2.6	Sécurité civile.....	3-15
3.2.7	Hydro-Québec	3-15
3.2.8	Centre canadien d'urgence en transport (CANutec).....	3-15
3.2.9	Entrepreneurs spécialisés en environnement.....	3-15
3.2.10	Autres ressources.....	3-15
4	PROCÉDURES D'INTERVENTION.....	4-1
4.1	Procédure en cas de déversement de matière dangereuse à température ambiante.....	4-1
4.2	Procédure en cas de fuite de gaz naturel, de GNL ou de réfrigérant.....	4-2
4.3	Procédure en cas d'incendie et/ou explosion	4-2
4.4	Procédure en cas d'incident avec blessé	4-3
4.5	Procédure en cas de catastrophe naturelle.....	4-3
5	PROCÉDURE D'ÉVACUATION	5-1
5.1	Procédure d'évacuation.....	5-1
5.2	Lieu(x) de rassemblement	5-1
6	RETOUR À LA NORMALE	6-1
6.1	Déclaration de fin de la situation d'urgence.....	6-1
6.2	Décontamination du personnel et des équipements.....	6-1
6.3	Phase de réhabilitation du site	6-1
6.4	Suivi d'une intervention d'urgence	6-2
7	MESURES PRÉVENTIVES	7-1
7.1	Sécurité du site.....	7-1
7.2	Réunions santé et sécurité.....	7-1

7.3	Programme d'inspection	7-1
7.4	Plan des installations.....	7-1
7.5	Formation du personnel	7-2
7.6	Équipements d'intervention	7-2
7.7	Mise à l'essai du PMU	7-3
8	BOTTIN TÉLÉPHONIQUE	8-1
8.1	Ressources internes	8-1
8.2	Ressources externes	8-1
8.2.1	Sécurité publique.....	8-1
8.2.2	Environnement	8-1
8.2.3	Entrepreneurs.....	8-1
Santé	8-1	
8.2.4	Utilités	8-2
8.2.5	Services météorologiques.....	8-2

TABLEAUX

TABLEAU 1-1 :	COORDONNÉES DE L'INITIATEUR DU PROJET	1-1
TABLEAU 2-1 :	DÉFINITION DES TROIS NIVEAUX D'INTERVENTION D'URGENCE	2-2
TABLEAU 7-1 :	LISTE DES FORMATIONS	7-2

FIGURE

FIGURE 2-1 :	SCHÉMA D'ALERTE	2-3
--------------	-----------------------	-----

1 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

1.1 IDENTIFICATION

Les coordonnées complètes de l'initiateur du projet sont présentées au tableau 1-1.

Tableau 1-1 : Coordonnées de l'initiateur du projet

Nom	GNL QUÉBEC
Adresse civique du bureau	345, rue des Saguenéens, bureau 210, Saguenay, Québec, G7H 6K9
Responsable du PMU	Caroline Hardy
Téléphone	418-973-5868
Courriel	chardy@gnlquebec.com

1.2 LOCALISATION

Le projet est situé dans la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean (02), plus précisément à l'intérieur des limites de l'arrondissement La Baie de la ville de Saguenay. Le site du projet est sur la rive sud de la rivière Saguenay, à proximité des installations de Grande-Anse de l'Administration portuaire Port de Saguenay (APS), également connue sous le nom de « Port Saguenay ».

Les coordonnées géographiques en UTM (fuseau 18, NAD83) du site sont :

- Longitude : 70° 48' 5.98" O
 - Latitude : 48° 23' 40.26" N
-

1.3 DESCRIPTION DU PROJET

1.3.1 PRINCIPALES INFRASTRUCTURES

Le projet comprendra les infrastructures principales suivantes :

- des installations de procédé (installation de liquéfaction du gaz naturel) comprenant :
 - la station d'alimentation en gaz naturel;
 - les équipements de traitement de gaz naturel;
 - deux unités de liquéfaction;
 - trois réservoirs d'entreposage de GNL;
 - des réservoirs de réfrigérants;
 - le système de gestion des gaz d'évaporation et de vaporisation;
 - les torchères;
 - les systèmes utilitaires, tels que des systèmes d'approvisionnement en eau déminéralisée, en azote et en air comprimé, ainsi qu'un réchauffeur de fluide synthétique pour les besoins de chauffage du procédé.
- des installations portuaires (quai d'ammarrage) en rive sud de la rivière Saguenay, comprenant deux jetées et deux quais pour l'accostage des méthaniers. Les jetées et les quais recevront les conduites cryogéniques, les bras de chargement du GNL et les conduites de retour de vapeurs vers les installations de procédé.

- Des infrastructures et des installations de soutien, tels qu'une salle de contrôle et des bâtiments de services, une sous-station électrique, des génératrices d'urgence, des systèmes d'alimentation en eau, de collecte et de traitement des effluents, de collecte des matières résiduelles, de même que des voies d'accès routiers au site.

1.3.2 ACTIVITÉS SUR LE SITE

1.3.2.1 ARRIVÉE DU GAZ NATUREL

Le gaz naturel sera livré aux installations de liquéfaction par un gazoduc. Il passera par une station d'entrée où il sera mesuré et précomprimé.

1.3.2.2 TRAITEMENT DU GAZ NATUREL

Une étape de traitement est requise avant la liquéfaction pour s'assurer que le gaz puisse se liquéfier jusqu'à des températures cryogéniques de -162 C. Cette étape vise à éliminer les traces de mercure, les gaz acides (dioxyde de carbone et sulfure d'hydrogène) ainsi que l'eau contenue dans le gaz.

Élimination du mercure : un catalyseur d'oxyde métallique ou de carbone imprégné de soufre est utilisé.

Élimination des gaz acides : le gaz naturel sera mis en contact avec une solution d'amine (méthyldiéthanolamine). Cette étape va permettre d'enlever le CO₂ ainsi que le H₂S.

Déshydratation : Le gaz est refroidi avant de passer par trois déshydratateurs en série où l'eau est enlevée.

1.3.2.3 LIQUÉFACTION

Le gaz est refroidi en deux étapes pour atteindre -162°C par le biais d'échangeurs thermiques et de vannes. Les installations utiliseront deux circuits de liquéfaction dotés d'un système de réfrigérants et d'un système de refroidissement à l'air.

Le propane est d'abord utilisé comme réfrigérant pour atteindre une température de -35°C. Pour poursuivre le refroidissement jusqu'à -162°C, un réfrigérant mixte formé d'éthylène, de propane, d'azote et de méthane est ensuite utilisé.

Un système de production d'azote est prévu au complexe de liquéfaction mais l'azote de haute pureté (liquide) sera livré au site et entreposé.

1.3.2.4 ENTREPOSAGE DU GNL

Le GNL sera entreposé dans trois réservoirs à intégrité total de 200 000 m³ chacun.

1.3.2.5 TORCHÈRES

Des systèmes de torchères de procédé seront utilisés pour la collecte et l'élimination des gaz dans les situations suivantes : démarrage initial du site, arrêt pour les opérations de maintenance, lors d'un arrêt d'urgence, pour réduire la pression en cas de défaillance du système de protection des surpressions. En fonctionnement normal, aucun gaz ne sera envoyé dans les systèmes de torchères de procédé.

La torchère marine sera quant à elle utilisée uniquement lors de la préparation du navire-citerne afin d'évacuer les vapeurs existantes dans les navires-citernes tout en refroidissant les cuves, mais pourrait également servir pendant le chargement de GNL si le BOG n'est pas fonctionnel pour récupérer les vapeurs de GNL.

1.3.2.6 CONDUITES ENTRE LES RÉSERVOIRS DE STOCKAGE ET LES QUAIS D'AMARRAGE

Le système de conduites acheminant le GNL des réservoirs de stockage aux quais d'amarrage comprendra une conduite de GNL pour le chargement, une conduite de recirculation / refroidissement et une conduite de retour des vapeurs. Ces conduites seront installées sur un râtelier.

1.3.2.7 CHARGEMENT DES MÉTHANIERES

La majorité des navires-citernes qui desserviront l'usine auront une capacité allant d'environ 160 000 m³ à 180 000 m³. Il est estimé que 3 à 4 navires-citernes par semaine transiteront jusqu'aux installations de GNLQ.

Le GNL sera transféré des réservoirs de GNL vers les bras de chargement de GNL pour remplir les navires-citernes à l'aide de pompes centrifuges submersibles installées dans chacun des réservoirs.

Le GNL sera chargé dans les navires-citernes au moyen de bras de chargement installés sur le quai d'amarrage. Ces bras seront au nombre de quatre soit, deux bras pour le chargement du GNL, un bras pour les retours de vapeur et un bras hybride qui servira à l'une ou l'autre des activités mais qui agira également comme rechange en cas de bris d'un des autres bras.

1.4 ÉVALUATION DES RISQUES

Une analyse de risques a été réalisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement.

L'identification des dangers liés aux activités sur le site du projet Énergie Saguenay, ainsi que des dangers externes a mené au développement des principaux scénarios d'accidents potentiels suivants :

Prétraitement :

- Déversement de solution d'amine
- Déversement de fluide synthétique
- Fuite de gaz naturel

Liquéfaction :

- Déversement d'hydrocarbures liquides
- Incendie / Explosion
- Déversement de liquide cryogénique
- Fuite de réfrigérant
- Déversement / Fuite de GNL

Entreposage de GNL :

- Déversement / Fuite de GNL
- Incendie

Quai :

- Déversement / Fuite de GNL
- Collision entre un navire et le quai

Torchères :

- Incendie / Explosion
- Déversement d'hydrocarbures

Utilités :

- Déversement d'azote liquide
- Déversement d'huile diélectrique
- Explosion d'huile diélectrique
- Incendie de bâtiment
- Déversement de produits chimiques

Externes :

- Feu de forêt
- Conditions météorologiques extrêmes (Verglas/Tempête/Vents violents)
- Foudre
- Vandalisme / Terrorisme.

2 MISE EN PLACE DU PLAN DES MESURES D'URGENCE (PMU)

2.1 CRITÈRES DE DÉCISION POUR DÉCLENCHER LE PMU

L'**ampleur de l'intervention** variera selon le **genre** et la **nature** de l'incident. Il est impossible de définir préalablement la gravité d'une situation puisque tout qualificatif (mineur ou majeur) est fonction de la nature du produit impliqué, de la quantité, du lieu de l'incident et du contexte.

C'est pourquoi la décision initiale de demander de l'aide supplémentaire appartient au premier témoin d'une situation anormale. Toutefois, afin de réduire les risques d'aggravation de la situation, le premier témoin ne devrait intervenir, pour corriger lui-même la situation, que s'il en connaît tous les risques. En cas de doute, il devrait aviser son supérieur, ce qui lui permettra d'obtenir de l'aide du **Coordonnateur des mesures d'urgence** ou de toute autre personne compétente. De plus, le déclenchement du plan des mesures d'urgence permettra aux autres personnes présentes dans le secteur d'être aux aguets et de réagir rapidement au cas où la situation se détériorerait.

Il est important de se rappeler les priorités qui doivent être considérées lors de toute intervention. Il s'agit de :

- protéger les vies;
- protéger l'environnement;
- protéger les biens.

Plusieurs types de situations d'urgence peuvent apparaître dans le cadre du projet Énergie Saguenay. Ces situations incluent, sans s'y limiter :

- un incendie et/ou une explosion;
- un incident impliquant des véhicules et des équipements mobiles;
- un feu de forêt;
- un évènement climatique grave (catastrophe naturelle).

2.2 PROCESSUS D'INTERVENTION PAR NIVEAU

L'ampleur de l'intervention (en corrélation avec la gravité d'une situation) varie en fonction de plusieurs facteurs, tels que :

- le type d'incident (déversement, incendie, explosion, fuite de gaz, plainte, etc.);
- la nature du produit impliqué;
- le lieu de l'incident et le contexte;
- l'impact sur les travailleurs, sur l'environnement, sur la production, sur la propriété;
- la médiatisation de l'incident;
- les risques de poursuites et réclamations.

Le tableau 2-1 présente les trois niveaux d'intervention qui ont été définis afin de répondre de façon adéquate à une situation d'urgence. Ces niveaux permettent un processus de mobilisation progressive des ressources afin d'assurer une réponse adaptée à la gravité du problème.

La résolution de la plupart des incidents est effectuée en faisant appel au niveau 1 ou 2 seulement. Il faut cependant rappeler que les avis de déversement sont aussi importants au niveau 1 qu'aux deux autres niveaux puisque, à la phase initiale, rien ne les distingue les uns des autres et qu'ils ont tous la même valeur en termes d'amélioration du système.

Tableau 2-1 : Définition des trois niveaux d'intervention d'urgence

Niveau 1 – Situation contrôlée sur place	<p>Situation d'urgence pouvant être réglée par une intervention immédiate et sécuritaire, après en avoir informé le responsable, avec l'aide d'autres employés à proximité. Aucune évacuation n'est nécessaire. La situation n'a pas d'impact majeur sur les opérations ni sur l'environnement.</p> <p>Exemples :</p> <p><i>Fuite mineure de GNL, de gaz naturel ou de réfrigérant, déversement contrôlé d'un produit connu des travailleurs, pour lequel un équipement de protection individuelle n'est pas nécessaire, tel le déversement de faible quantité d'un produit confiné, incendie affectant un seul équipement et contrôlé à l'aide d'un extincteur, accident de travail avec blessures corporelles mineures.</i></p>
Niveau 2 – Intervention des ressources internes	<p>Situation d'urgence ne pouvant être réglée de façon sécuritaire par le premier témoin. Il doit contacter le Coordonnateur des mesures d'urgence, qui évaluera la situation et, au besoin, demandera une aide supplémentaire de ressources internes et/ou de ressources externes (ex. : fournisseur, entrepreneur, etc.) spécialisées. Une évacuation locale peut être nécessaire.</p> <p>Exemple :</p> <p><i>Déversement nécessitant une réhabilitation des sols, incendie qui affecte plus qu'un équipement, fuite de gaz inflammable sans incendie, accident de travail avec hospitalisation.</i></p>
Niveau 3 – Intervention des ressources externes	<p>Situation d'urgence ne pouvant être réglée de façon sécuritaire par le premier témoin. La situation nécessite l'intervention de ressources internes spécialisées ainsi que de ressources externes (service de sécurité incendie, SOPFEU, Sûreté du Québec, ambulance, service d'urgence environnementale, etc.). L'évacuation d'une partie ou de la totalité du site peut être requise. La situation peut avoir un impact à l'extérieur du site.</p> <p>Exemples :</p> <p><i>Fuite majeure de GNL, de gaz naturel ou de réfrigérant, incendie majeur pouvant impacter plusieurs infrastructures ou risquant de se propager à l'extérieur du site, explosion ou risque d'explosion, déversement d'une grande quantité de produits atteignant un cours d'eau, décès.</i></p>

2.3 PHASE D'ALERTE

L'efficacité d'une intervention d'urgence dépend souvent de sa rapidité d'exécution. Dès qu'une situation anormale se présente, il est donc important de déclencher l'alerte dans les plus brefs délais.

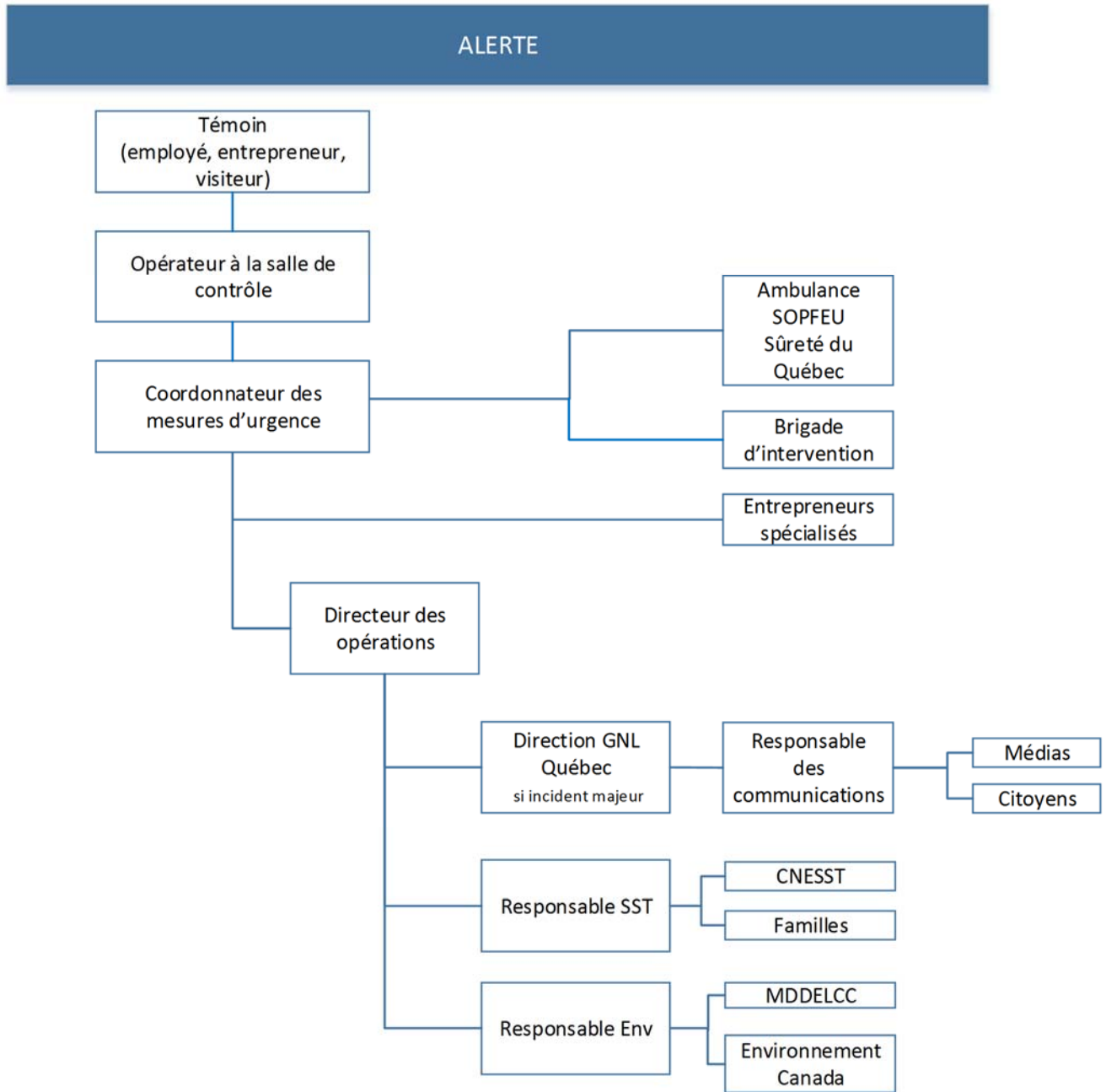
L'alerte peut être déclenchée de diverses façons (détecteur de chaleur et/ou de gaz, tirette d'alarme, notification verbale, notification visuelle, etc.), dépendant de l'endroit où se produit l'incident et de la période (ex. : heures de travail, nuit, jour de congé, etc.).

Le témoin d'un incident devra recueillir le maximum d'information possible afin de pouvoir décrire la situation. Au minimum, il devra recueillir les informations suivantes :

- le lieu de l'incident;
- s'il y a un incendie ou un risque d'incendie;
- s'il y a des blessés;
- s'il y a des dangers potentiels (risque de propagation, etc.);
- si le feu a atteint un ou des bâtiments.

Il transmettra ces informations au gardien de sécurité afin de faciliter l'analyse de la situation et enclencher le schéma d'alerte présenté à la page suivante.

Figure 2-1 : Schéma d'alerte



2.4 ANALYSE DE LA SITUATION

À la suite d'une alerte, il faudra **bien évaluer la situation**, c'est-à-dire connaître :

la nature du problème	— étapes de l'incident — nocivité du produit en cause — type et condition du contenant
les conditions variables	— localisation de l'accident/incident — période (les ressources sont-elles toutes disponibles?) — conditions météorologiques actuelles et prévues
les pertes potentielles	— blessés? — danger pour les travailleurs ou la population environnante? — menace à l'environnement? — risques pour la propriété?
les mesures de contrôle	— identification des ressources internes et externes qui seront nécessaires

Dans un second temps, une analyse décisionnelle sera effectuée, c'est-à-dire qu'il faudra analyser les diverses alternatives d'intervention et choisir celles qui sont les mieux adaptées à la situation en cours. Pour ce faire, il faut mettre en priorité les objectifs suivants :

- se protéger contre les expositions à des produits ou gaz toxiques;
- secourir les personnes blessées ou en danger;
- contenir ou neutraliser les risques;
- contrôler l'incendie ou la fuite;
- prévenir l'escalade des dommages;
- nettoyer et réhabiliter le site;
- éliminer les déchets générés;
- phase de contrôle et de confinement.

Après avoir déclenché l'alerte et analysé la situation et les alternatives d'intervention, il faudra procéder le plus rapidement et de façon le plus sécuritaire possible, à la phase de contrôle et/ou de confinement du déversement, de la fuite de gaz ou de l'incendie.

Le principe fondamental qui régira toute intervention consiste à minimiser les dommages causés par l'accident/incident en priorisant, dans l'ordre suivant :

- 1 la santé et la sécurité des individus;
- 2 l'environnement naturel;
- 3 les propriétés.

2.4.1 COMMUNICATION ENTRE LES INTERVENANTS

Tous les responsables présents sur le site devront être munis de radios afin de pouvoir être contactés rapidement en cas de situation d'urgence.

Les membres de la brigade d'intervention d'urgence seront également munis de radios afin de communiquer entre eux.

2.4.2 CENTRE DE COORDINATION D'URGENCE (CCU)

Un centre de coordination d'urgence sera établi sur le lieu de l'incident ou à l'extérieur, afin de réunir les intervenants et de décider des mesures à prendre pour résoudre la situation d'urgence. Des radios seront disponibles au CCU.

Les membres du comité d'urgence se rassembleront au CCU et :

- prendront les principales décisions afin de gérer au mieux les opérations d'intervention;
- fourniront les informations techniques nécessaires à l'action des équipes sur le terrain;
- fourniront les ressources nécessaires;
- évalueront les dommages;
- conserveront les informations relatives à la situation d'urgence et les diffuseront auprès de toutes les parties internes et externes concernées.

Une copie du PMU sera disponible au CCU, ainsi que les plans des installations, emplacement des équipements de secours, coordonnées des intervenants internes et externes et tout autre document utile en cas de situation d'urgence.

Un CCU temporaire sera installé lors de la phase de construction. L'emplacement final du CCU sera identifié suite à la construction des infrastructures.

3 RÔLE ET RESPONSABILITÉ DES INTERVENANTS

Un des éléments essentiels au bon fonctionnement d'une intervention d'urgence consiste à définir clairement le rôle et les responsabilités de chacun des intervenants et à s'assurer que la structure retenue couvre toutes les éventualités (ex. : absence d'un des intervenants) et évite les chevauchements de responsabilités et de tâches.

Ces rôles et responsabilités doivent être **bien compris et acceptés de chacun** des intervenants, de façon à ce qu'ils effectuent adéquatement les tâches qui leur sont assignées durant une telle intervention. De plus, les responsabilités d'un intervenant lors d'une évacuation d'urgence doivent être compatibles avec ses autres responsabilités.

Chaque personne détenant un rôle clé à l'intérieur du PMU devra s'assurer que son remplaçant connaît les procédures à suivre en son absence et qu'il détient toute l'autorité nécessaire pour accomplir les tâches qui lui incomberont en cas d'urgence.

Lors d'une situation d'urgence, les employés affectés à l'intervention devront laisser leurs opérations en cours, après s'être assuré que cela ne comporte aucun risque pour la sécurité du personnel ou pour l'environnement, et mettre en priorité les opérations visant à corriger la situation d'urgence.

Les responsabilités des intervenants se situent à deux niveaux : légal et moral.

3.1 INTERVENANTS INTERNES

Les rôles et responsabilités des intervenants internes lors d'une situation d'urgence seront attribués de manière à avoir du personnel d'intervention disponible en tout temps. **Avant le démarrage du projet, une liste téléphonique des intervenants internes sera complétée et insérée à la section 8.**

Les fiches qui suivent décrivent les rôles et responsabilités des principaux intervenants travaillant sur le site, tant sur le plan de la prévention d'accidents que lors d'interventions faisant suite à une situation d'urgence. En situation d'urgence, le rôle de Coordonnateur des mesures d'urgence devient prioritaire.

Une bonne coordination entre ces intervenants et les intervenants externes (ex. : pompiers, policiers, représentants du MDDELCC, etc.) est essentielle afin d'assurer le succès d'une intervention.

D'autres personnes peuvent venir en assistance (soutien technique, main d'œuvre, etc.). Le personnel d'assistance sera supervisé par le Coordonnateur des mesures d'urgence ou par le surintendant Environnement. Le type et la quantité de personnel requis dépendront de la gravité de la situation d'urgence.

3.1.1 TRAVAILLEUR / PREMIER TÉMOIN

RÔLE ET RESPONSABILITÉ DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Connaît les risques associés à son milieu de travail.– Ne met pas sa santé et sa sécurité en danger ni celles des autres personnes présentes sur les lieux du travail ou à proximité.– Reçoit l'information et la formation lui permettant d'assurer sa sécurité lors d'une situation d'urgence.– Connaît les voies d'évacuation de son(ses) lieu(x) de travail ainsi que les lieux de rassemblement.– Respecte les procédures et consignes du site.	<ul style="list-style-type: none">– Assure sa sécurité lors d'une situation d'urgence.– Collabore avec les intervenants, dans la mesure de ses possibilités. <ul style="list-style-type: none">– En cas d'observation d'une situation anormale :<ul style="list-style-type: none">– Évalue l'ampleur et la gravité de la situation.– Alerne immédiatement l'opérateur de la salle de contrôle ainsi que le Coordonnateur des mesures d'urgence.– Intervient, si possible, et sans mettre sa vie en danger, pour contrôler la situation.– Se conforme aux directives de son supérieur immédiat ou du coordonnateur des mesures d'urgence, le cas échéant.– Aide les personnes en difficulté, s'il y a lieu, sans s'aventurer seul au secours d'une personne en difficulté.– Au besoin, établit un périmètre de sécurité et reste à proximité, s'il est sécuritaire de le faire.– En cas de déversement à l'extérieur, installe immédiatement les équipements de confinement d'un déversement prévus à cette fin pour éviter la dispersion du contenu déversé.– En cas d'alarme sonore ou d'avis verbal d'évacuation :<ul style="list-style-type: none">– Quitte son poste de travail après avoir sécurisé, arrêté ou immobilisé sa machine ou l'équipement dont il a la charge.– Prend la voie d'évacuation la plus proche ou la plus sécuritaire et avise les personnes qu'il rencontre, s'il y a lieu.– Se rend au lieu de rassemblement désigné.– Ne retourne pas à son lieu de travail, sans l'approbation du coordonnateur des mesures d'urgence.

3.1.2 OPÉRATEUR À LA SALLE DE CONTRÔLE

RÔLE ET RESPONSABILITÉ DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLES	<ul style="list-style-type: none">– Reçoit les appels d'urgence.– Avise les principaux intervenants nécessaires.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– S'assure d'avoir toujours à portée de la main, la plus récente version du PMU.– Connait les procédures d'intervention d'urgence.– Connait les systèmes d'arrêt des équipements et les risques inhérents.– Ne met pas sa santé et sa sécurité en danger ni celles des autres personnes présentes sur les lieux du travail ou à proximité.	<ul style="list-style-type: none">– Recueille les informations de la part du premier témoin.– Contacte le chef de la brigade d'intervention ainsi que le coordonnateur des mesures d'urgence.– Au besoin, provoque l'arrêt des procédés, la fermeture des valves d'alimentation et de la ventilation.– Effectue les appels demandés par le chef de la brigade d'intervention ou le coordonnateur des mesures d'urgence.– Contacte le gardien de sécurité au poste de garde pour contrôler l'entrée et ne permettre l'accès qu'aux équipes d'intervention d'urgence.

3.1.3 SECOURISTE

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	– Offre son assistance à toute personne blessée ou en danger, selon ses compétences.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Connait les procédures d'urgence du PMU.– Reçoit la formation nécessaire pour intervenir en tant que premier répondant;– Maintient à jour sa formation.	<ul style="list-style-type: none">– Lors d'une urgence, intervient avant l'arrivée d'un membre de la brigade d'intervention;– Prodigent les premiers soins aux personnes blessées, le cas échéant;– Restent avec le ou les blessés jusqu'à l'arrivée des équipes d'urgence;– Se mettent à la disposition des équipes d'urgence afin de transmettre les informations et leur apporter leur soutien.

3.1.4 CHEF DE LA BRIGADE D'INTERVENTION

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	<ul style="list-style-type: none">– Est le plus expérimenté et celui qui a le plus de leadership des membres de la brigade d'intervention.– Coordonne les activités de la brigade d'intervention dans les opérations d'urgence nécessitant leur intervention.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Connaît les procédures d'intervention en fonction des risques ainsi que les mesures de sécurité qui s'y rattachent.– Connaît le réseau de communication et la localisation des équipements d'urgence.– Connaît les équipements de protection personnelle, sait s'en servir et voit à leur entretien (ex. : respirateur autonome).– S'assure que son équipe est en place en tout temps.– S'assure que son équipe reçoit l'information et la formation requises pour effectuer les opérations d'urgence.– Participe aux exercices d'intervention d'urgence annuels.	<ul style="list-style-type: none">– Se rend sur les lieux, évalue la situation et choisit la stratégie d'intervention appropriée.– Évalue la situation et établit un périmètre de sécurité.– Appel les autres membres de la brigade d'intervention, au besoin.– Revêt les équipements de protection personnelle nécessaire et s'assure que tous les membres de son équipe les revêtent. <p>Lors d'une intervention de niveau 2 et 3 :</p> <ul style="list-style-type: none">– Maintient un contact continu avec le coordonnateur des mesures d'urgence.– Au besoin, fait appel à l'opérateur de la salle de contrôle pour obtenir des ressources supplémentaires (ressources internes : électricien, mécanicien, etc., et ressources externes : ambulance, entrepreneurs spécialisés, etc.).– Collabore avec les pompiers lorsque des membres d'un service de protection incendie est sur place.– Désigne une personne pour prendre en note les minutes et informations pertinentes lors de l'urgence.– Effectue les inspections requises avant d'autoriser la reprise des opérations.– Déclare la fin de l'intervention, après consultation avec les autres intervenants impliqués.– Mène l'enquête pour déterminer les causes de l'incident.– Participe aux réunions post-mortem.

3.1.5 MEMBRE DE LA BRIGADE D'INTERVENTION

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	– Fait partie des premiers intervenants opérationnels en cas d'incident.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Maintient à jour sa qualification d'intervenant (formation de pompiers, permis de conduire valide, etc.).– Maintient à jour ses qualifications en tant que secouriste en milieu de travail.– Connait les équipements de protection individuelle, sait s'en servir et voit à son entretien (ex. : respirateur autonome).– Participe aux entraînements mensuels;– Porte sur lui une radio;– Inspecte et entretient les équipements de protection et de lutte contre les incendies.	<ul style="list-style-type: none">– Revêt les équipements de protection personnelle nécessaires.– Se rend immédiatement sur le lieu de l'incident.– En arrivant sur place, se rapporte au chef de la brigade d'intervention.– Prodigue les premiers soins, si nécessaire.– Obéit aux directives du chef de la brigade d'intervention.– Collabore étroitement avec les ressources internes et externes requises pour l'intervention.– S'assure de la réhabilitation de l'équipement d'urgence utilisé.– Participe aux réunions post-mortem.

3.1.6 COORDONNATEUR DES MESURES D'URGENCE (OU SON SUBSTITUT)

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	<ul style="list-style-type: none"> – Planifie et coordonne l'organisation d'une intervention d'urgence. – Assure la protection de la santé et la sécurité des travailleurs, des visiteurs et de la population, ainsi que de l'environnement. – S'assure que le PMU est opérationnel en tout temps.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none"> – Administre et fait approuver le PMU auprès de la Direction. – Fait rapport à la Direction sur le fonctionnement du PMU. – S'assure de maintenir à jour le PMU, en fonction des changements de personnel, d'organisation, d'opération, de réglementation, etc. Au minimum une fois par année. – S'assure que différents responsables sont identifiés en cas d'urgence. – S'assure que les intervenants reçoivent une formation adéquate et périodique. – S'assure que les équipements d'intervention sont en bon état. – Informe ou fait informer les nouveaux employés ainsi que les entrepreneurs travaillant sur le site des procédures à suivre lors d'une situation d'urgence. – S'assure que les exercices d'évacuation d'urgence sont réalisés au moins une fois par mois – S'assure d'organiser un exercice d'urgence, une fois par mois, avec l'aide des membres de la brigade d'intervention; – S'assure, s'il n'est pas disponible d'avoir un substitut désigné. – S'assure que les mesures préventives prévues soient bien mises en place, dans toutes les situations où elles sont requises. 	<ul style="list-style-type: none"> – Est informé par l'opérateur à la salle de contrôle. – Évalue les besoins en personnel, équipements, matériel, à la lumière des ressources disponibles et de l'urgence de la situation. – Participe à l'élaboration des stratégies d'intervention. – Maintien le contact avec l'opérateur à la salle de contrôle ainsi que le chef de la brigade d'intervention. – Fait rapport de la situation au directeur des opérations. – Collabore avec les intervenants externes (en fournissant les informations nécessaires concernant les installations, la nature des matières présentes et les risques potentiels. – Au besoin, fait ouvrir le centre de coordination d'urgence. – Déclenche l'évacuation du site si la sécurité des occupants est menacée ou le confinement sur le site en cas de fuite de gaz inflammable. – Prend ou fait prendre des notes tout au long de l'intervention afin de pouvoir compléter le Rapport d'incident dès que possible. – Annonce la fin de la situation d'urgence après validation auprès du chef de la brigade d'intervention, de la direction et des intervenants externes. – En cas d'enquête, apporte son soutien à l'équipe d'enquêteur. – S'assure que le Rapport d'incident est complété adéquatement et en assurer la distribution. – Participe aux réunions post-mortem. <p>En cas d'évacuation :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vérifie la sécurité du ou des lieux de rassemblement prévus et, au besoin, désigne un nouveau lieu de rassemblement. – Coordonne l'évacuation du site. – S'assure d'obtenir les résultats du recensement.

3.1.7 RESPONSABLE ENVIRONNEMENT (OU SON SUBSTITUT)

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	– Fournit un support technique au coordonnateur du PMU
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Possède une bonne connaissance des activités réalisées sur le site, des produits entreposés et utilisés et des risques inhérents.– Connait les réglementations applicables en environnement.– Procède à des inspections périodiques en environnement et met en place des mesures correctives ou préventives si applicables.– S'assure que les équipements d'intervention nécessaires soient disponibles.– S'assure, s'il n'est pas disponible, d'avoir un substitut désigné.	<ul style="list-style-type: none">– À la demande du chef de la brigade d'intervention ou du coordonnateur des mesures d'urgence, se rend sur les lieux de l'incident;– Évalue les impacts potentiels sur l'environnement (rejets de contaminants dans l'eau, l'air ou les sols).– Maintient un contact constant avec le Coordonnateur des mesures d'urgence.– Informe les intervenants des dangers environnementaux reliés à l'intervention.– S'assure que les mesures d'intervention utilisées respectent les lois, règlements et normes applicables en matière d'environnement.– Au besoin, avise les différents organismes gouvernementaux et complète les rapports requis, dans les délais prescrits par les lois et règlements.– Prend en charge les membres des organismes publics, dans le cas où ces derniers se présenteraient sur le site.– Participe (ou désigne un représentant) aux réunions de coordination avec les intervenants externes (pompiers, autorités municipales, représentants gouvernementaux, etc.) lors d'une intervention majeure.– S'assure que le nettoyage et la réhabilitation du site soient faits adéquatement. Au besoin, fait appel à des firmes spécialisées.– Participe aux réunions post-mortem.

3.1.8 RESPONSABLE SST (OU SON SUBSTITUT)

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	– Fournit un support technique au coordonnateur du PMU.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Sélectionne et recommande les équipements de protection individuelle nécessaires.– Veille à l'entretien périodique des vêtements et équipements de protection.– Surveille les dangers et les conditions sur les lieux de travail;– Identifie et forme les intervenants internes sur les techniques d'intervention (ex. détecteurs de gaz, etc.) ou s'assure qu'ils reçoivent une formation adéquate et périodique.– S'assure, s'il n'est pas disponible, d'avoir un substitut désigné.	<ul style="list-style-type: none">– À l'appel du coordonnateur des mesures d'urgence, évalue la situation pour la sécurité et la santé des employés et des intervenants.– S'assure que les mesures d'intervention utilisées respectent les lois, règlements et normes applicables en matière de santé et sécurité.– Surveille les signes de stress, tels que l'exposition au froid, le stress causé par la chaleur et la fatigue, chez les membres de l'équipe d'intervention.– En cas d'incident majeur, contacte le directeur ESST Canada et le tient informé de la situation.– Au besoin, assiste le coordonnateur des mesures d'urgence pour compléter les rapports requis à la suite de l'intervention.– Participe aux réunions post-mortem.

3.1.9 RESPONSABLE DES COMMUNICATIONS

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	– Agit comme porte-parole vis-à-vis des médias et du public.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– S'assure d'avoir les coordonnées de tous les intervenants ainsi que de la Direction.– Connait la procédure de gestion de la communication prévue par GNLQ (gestion de l'information sensible ou non, fréquence et types de message à diffuser, gestion des représentants des médias, etc.).– S'assure, s'il n'est pas disponible, d'avoir un ou des substituts désignés.	<ul style="list-style-type: none">– À la demande du coordonnateur des mesures d'urgence, se rend au centre de coordination d'urgence.– Consigne ou fait consigner les renseignements reçus, au fur et à mesure, dans un registre d'intervention.– Participe aux comités avec les intervenants externes;– Définit les mécanismes de communication avec la population et les médias.– Au besoin, rencontre les journalistes.– Fait mettre à jour les comptes-rendus des médias et conserve des copies des articles, y compris des enregistrements d'émissions radio, télé, si possible.– Reçoit les demandes d'information des employés, du public et des médias.– Prépare des communiqués à l'intention des employés, des familles des employés, des médias, des clients et fournisseurs, etc. et les faire émettre.– Voit à l'accueil des visiteurs sur les lieux de l'intervention (journalistes, représentants de municipalité, ministères, etc.).– Maintient la communication avec le Coordonnateur des mesures d'urgence.– Participe aux réunions post-mortem.

3.1.10 DIRECTEUR DE L'INGÉNIERIE

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	<ul style="list-style-type: none">– Fournit un support technique au niveau des installations et équipements au coordonnateur des mesures d'urgence.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Détient les plans à jour du réseau électrique et des schémas de procédés de l'usine.– Connaît les systèmes d'interruption pour chaque secteur et les risques inhérents.– Établit et maintient des contrôles périodiques des équipements et des installations.– Fait rétablir rapidement toute anomalie électrique ou mécanique sur un équipement.	<ul style="list-style-type: none">– À l'appel du coordonnateur des mesures d'urgence, se rend au centre de coordination d'urgence.– Se procure les plans des installations et des conduites nécessaires.– Évalue les dangers associés aux équipements impactés par l'urgence et transmet les informations au coordonnateur des mesures d'urgence.– Conseille le coordonnateur des mesures d'urgence lors de l'établissement des stratégies d'intervention.

3.1.11 DIRECTEUR DES OPÉRATIONS

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	– Assume la direction des mesures d'urgence en cas de situation d'urgence majeure.
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– S'assure que les ressources ainsi que les outils et équipements d'intervention nécessaires sont disponibles (entretien de matériel, formation du personnel, exercices, etc.);– Fournit le personnel et le temps nécessaire à l'exécution sécuritaire des activités minières et de support;– S'assure auprès du coordonnateur des mesures d'urgence que le PMU est entièrement fonctionnel.– S'assure que les intervenants reçoivent les formations adéquates et requises dans le contexte de leurs tâches.	<p>Lors d'une situation majeure :</p> <ul style="list-style-type: none">– Se rend disponible au centre de coordination des mesures d'urgence afin d'aider aux décisions et aux communications;– Assiste le coordonnateur des mesures d'urgence, le responsable environnement, le responsable SST ainsi que le directeur de l'ingénierie dans les prises de décisions.– Au besoin, contacte la direction de GNLQ et les tient informer de la situation.– Ordonne, en collaboration avec le coordonnateur des mesures d'urgence et les intervenants externes, le cas échéant, l'évacuation du site.– Dirige le centre de coordination d'urgence.– Ordonne la reprise normale des activités en collaboration avec le coordonnateur des mesures d'urgence et les intervenants externes, le cas échéant.

3.1.12 DIRECTION DE GNL QUÉBEC

RÔLE ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

INTERVENTION D'URGENCE

RÔLE	<ul style="list-style-type: none">– Assure la protection de la santé et la sécurité des travailleurs, des visiteurs et de la population ainsi que de l'environnement
RESPONSABILITÉS	
Prévention	Intervention
<ul style="list-style-type: none">– Approuve le PMU;– S'assure de la disponibilité des budgets pour maintenir en vigueur le PMU et couvrir toutes les dépenses qui s'y rattachent (achat et entretien de matériel, formation du personnel, exercices, etc.).– S'assure que les différents intervenants en cas d'urgence et leurs substituts sont identifiés et connus.	<p>Lors d'une situation majeure :</p> <ul style="list-style-type: none">– Assure un support administratif aux intervenants;– Autorise les budgets nécessaires au bon déroulement de l'intervention;– Maintient un contact avec le responsable des communications et approuve les communiqués de presse.– Participe aux communications avec les employés, la population et les médias, lorsque requis.– Détermine la stratégie de rétablissement des affaires.

3.2 RESSOURCES EXTERNES

Plusieurs ressources externes peuvent être demandées lors d'une situation d'urgence afin de protéger les travailleurs, la population environnante, l'environnement et les biens de l'entreprise.

Les principales ressources externes susceptibles d'intervenir ainsi que leur rôle sont décrites dans les sections suivantes. Les numéros de téléphone pour les rejoindre sont indiqués à la section 8.

3.2.1 SERVICE DE SÉCURITÉ INCENDIE DE LA VILLE DE SAGUENAY

En tant qu'experts en combat d'incendie, **ces derniers doivent être appelés lors de tout incendie (même maîtrisé), explosion et situation pouvant entraîner un incendie ou une explosion** (ex. : déversement d'une substance inflammable).

De plus, ils doivent être avisés lors de toute situation nécessitant l'évacuation de bâtisses avoisinantes.

Le chef des pompiers sur place a alors la responsabilité de coordonner les opérations visant à protéger la population. Au besoin, il fera appel à d'autres ressources (ex. : service de police, sécurité publique, etc.). À l'intérieur des limites de la propriété de la compagnie, le Coordonnateur des mesures d'urgence ainsi que le Chef de la brigade d'intervention doivent collaborer étroitement avec les pompiers, afin de leur fournir les informations pertinentes concernant les produits en cause, la nature des risques, les chemins d'accès et autres informations utiles.

En outre, s'il y a risque de formation ou d'échappement de gaz toxiques ou d'explosion mettant en danger les intervenants, le Coordonnateur des mesures d'urgence doit en aviser immédiatement le Service de sécurité incendie.

3.2.2 SOCIÉTÉ DE PROTECTION DES FORÊTS CONTRE LE FEU (SOPFEU)

La SOPFEU possède des ressources humaines et matérielles pour intervenir en cas d'incendie de grande envergure, tel qu'un feu de forêt. Au besoin, le service de sécurité incendie de Saguenay pourra faire appel à leur service pour combattre un incendie qu'ils ne peuvent maîtriser eux-mêmes ou pour prévenir la propagation d'un incendie à un secteur forestier ou autre.

Dans l'éventualité où un incendie de forêt, dans une région avoisinante, menacerait le secteur, la SOPFEU, en collaboration avec la Sûreté du Québec, pourrait demander une évacuation des occupants du secteur.

La base de la SOPFEU la plus proche se situe à Roberval.

3.2.3 SÛRETÉ DU QUÉBEC

Le soutien de la Sûreté du Québec – poste de la MRC du Fjord-du-Saguenay - peut être nécessaire.

La Sûreté du Québec pourra établir un périmètre de sécurité, contrôler l'accès à l'intérieur du périmètre de sécurité et sur les lieux du sinistre, assurer la sécurité des voies de circulation, escorter les véhicules d'urgence, ainsi que guider les citoyens et les travailleurs vers les voies d'évacuation.

3.2.4 MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC)

En vertu de l'article 21 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, le surintendant en environnement ou son substitut s'assure que le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a été avisé **dès qu'il y a présence accidentelle dans l'environnement d'un contaminant prohibé** par règlement du gouvernement ou étant susceptible de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer du dommage ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens.

En plus de s'assurer que les mesures d'intervention et de réhabilitation du site respectent l'intégrité de l'environnement, les experts du MDDELCC peuvent apporter un appui technique important sur les méthodes d'intervention et de s'assurer que les diverses exigences réglementaires relatives à la protection de l'environnement sont respectées.

3.2.5 ENVIRONNEMENT CANADA

En vertu du *Règlement sur les urgences environnementales*, tout incident (feu, déversement) constituant une menace pour l'environnement et impliquant toute substance inscrite dans la liste des substances à l'Annexe 1 du *Règlement sur les urgences environnementales* doit être déclaré à Environnement Canada dans les meilleurs délais.

Le gaz naturel liquéfié (GNL), le propane, l'éthylène ainsi que le méthane utilisés dans le cadre du projet Énergie Saguenay sont des substances soumises au *Règlement sur les urgences environnementales* d'Environnement Canada.

3.2.6 SÉCURITÉ CIVILE

La sécurité civile coordonne l'assistance fournie par les différents ministères et organismes québécois impliqués dans une situation d'urgence majeure.

3.2.7 HYDRO-QUÉBEC

Lors d'un incident relié à l'approvisionnement électrique (panne électrique, rupture de ligne, etc.), Hydro-Québec peut fournir une équipe de mesures d'urgence. Cet organisme possède l'expertise et les moyens pour rétablir le plus rapidement possible le service et réparer les équipements endommagés.

3.2.8 CENTRE CANADIEN D'URGENCE EN TRANSPORT (CANUTEC)

CANUTEC relève de la Direction générale du transport des marchandises dangereuses de Transport Canada et peut fournir, par téléphone et par télécopieur, des renseignements et des conseils sur les propriétés chimiques et physiques des matières dangereuses, les risques, les mesures à mettre en place, etc. lors d'interventions d'urgence.

3.2.9 ENTREPRENEURS SPÉCIALISÉS EN ENVIRONNEMENT

Certaines entreprises sont spécialisées dans les interventions lors d'urgences environnementales. Leur personnel possède une formation de base pour le déploiement de matériel antipollution et la restauration de lieux contaminés.

Leur service de réponse aux urgences peut être disponible 24 heures par jour et elles peuvent offrir un personnel et des équipements spécialisés.

3.2.10 AUTRES RESSOURCES

D'autres ressources telles que les ambulanciers, médecins, services hospitaliers, etc., peuvent également être requises lors d'une situation d'urgence.

4 PROCÉDURES D'INTERVENTION

Lorsque le plan d'urgence sera déclenché, les intervenants appliqueront des procédures d'intervention spécifiques qui sont adaptées à la nature de la situation d'urgence. Dépendant du type de situation, l'intervention variera en tenant compte des différents dangers et de façon à minimiser les risques pour la santé et l'environnement. Les principales procédures d'intervention spécifiques sont décrites dans les sous-sections suivantes. La version finale du plan d'urgence couvrira tous les incidents susceptibles de se produire.

4.1 PROCÉDURE EN CAS DE DÉVERSEMENT DE MATIÈRE DANGEREUSE À TEMPÉRATURE AMBIANTE

Une fuite ou un déversement accidentel de produit pétrolier ou autres matières dangereuses peut provenir de réservoirs ou contenants de lieux d'entreposage, d'une tuyauterie de transport, de véhicules de transport, ou d'équipements de production. Les déversements peuvent survenir sur le sol et atteindre éventuellement l'eau en fonction des conditions au moment du déversement.

Les procédures suivantes définissent le processus général à appliquer en cas de déversement.

Si le déversement peut être confiné de façon sécuritaire :

- Mettre les équipements de protection individuelle nécessaires;
- Si possible et de façon sécuritaire, effectuer les opérations suivantes :
 - Faire cesser les opérations dans le secteur via la salle de contrôle.
 - Protéger le personnel sur place en les informant de la zone touchée par le déversement. Limiter la circulation dans le secteur par l'établissement d'un périmètre de sécurité.
 - Éliminer toute source-d'ignition.
 - Déterminer l'origine du déversement et le produit impliqué.
 - Tenter de faire cesser la fuite à la source (soit en colmatant la fuite, soit en coupant l'alimentation au moteur dans le cas d'une pompe).
 - Circonscrire le déversement avec le matériel de la trousse de déversement.
 - Éviter que le déversement n'atteigne un cours ou un plan d'eau. Au besoin, créer une digue ou une tranchée pour contenir le produit.
 - Évaluer la quantité déversée.
- Contacter le superviseur immédiat ainsi que le Responsable Environnement;
- Récupérer le produit déversé. Au besoin, faire appel à une firme spécialisée;
- Nettoyer les lieux;
- Entreposer les matériaux contaminés dans des contenants prévus à cet effet et bien identifiés, en attente d'une disposition par une firme de services environnementaux apte à le faire;
- Consigner les renseignements nécessaires pour rédiger le rapport ou transmettre l'information au responsable concerné (quantité, type de produit, endroit, odeurs, couleur, conditions météorologiques, organismes contactés, etc.).

Si le déversement ne peut être confiné de façon sécuritaire :

- Aviser immédiatement le coordonnateur des mesures d'urgence et le responsable Environnement, qui contacteront les organismes publics nécessaires (MDDELCC, Environnement Canada, Régie du bâtiment, etc.);
- Faire évacuer le secteur, si la santé et la sécurité des travailleurs sont en péril;
- Aviser la Direction ainsi que le Responsable des communications;
- Contacter un entrepreneur spécialisé pour procéder à la récupération du produit déversé (ex. pompage du produit à l'aide d'un camion vacuum) ainsi qu'au nettoyage des surfaces contaminées.

4.2 PROCÉDURE EN CAS DE FUITE DE GAZ NATUREL, DE GNL OU DE RÉFRIGÉRANT

- Faire arrêter les équipements de procédé impliqués par l'intermédiaire de l'opérateur à la salle de contrôle;
- Établir un périmètre de sécurité.
- Considérer les conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, température, humidité) et rester en amont, et si possible évaluer le sens du déplacement du produit.
- Intervenir à distance, en approchant dos au vent, si nécessaire. Au besoin, utiliser un détecteur de gaz combustibles (explosimètre).
- Mettre les équipements de protection individuelle nécessaires;
- Dépressuriser les équipements impliqués, si nécessaire;
- Se positionner toujours en amont du vent lors d'un déversement à l'extérieur;
- Éliminer toute source-d'ignition.
- Consigner les renseignements nécessaires pour rédiger le rapport ou transmettre l'information au responsable concerné (quantité, type de produit, endroit, odeurs, couleur, conditions météorologiques, organismes contactés, etc.).

4.3 PROCÉDURE EN CAS D'INCENDIE ET/OU EXPLOSION

Dans tous les cas, lors de la découverte d'un incendie (peu importe son intensité) ou d'une explosion, le premier témoin avisera son superviseur immédiat ainsi que la brigade d'intervention et indiquera :

- la nature et le lieu de l'incendie;
- son intensité (début, contrôlé, en progression, etc.);
- s'il y a des blessés;
- les équipements affectés ou menacés.

En cas de début d'incendie :

- Faire arrêter les équipements de procédé impliqués par l'intermédiaire de l'opérateur à la salle de contrôle;
- Établir un périmètre de sécurité.
- Protéger le personnel sur place en les informant de la zone touchée par l'incendie. Empêcher toute circulation dans le secteur.
- Considérez les conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, température, humidité) et rester en amont, et si possible évaluer le sens du déplacement du produit.
- Si possible, et si cela ne présente pas de risque, tenter d'éteindre le feu avec les équipements disponibles (eau, extincteur, etc.).
- Ne pas utiliser du dioxyde de carbone, de la mousse à faible expansion ou un jet d'eau puissant directement sur le gaz liquéfié.
- Refroidir les contenants exposés à l'aide d'eau pulvérisée. Favoriser la dispersion du nuage de gaz avec des jets d'eau.

Si l'incendie prend de l'ampleur, la brigade d'intervention devra :

- Faire évacuer le secteur et procéder au dénombrement au lieu de rassemblement;
- Utiliser les équipements de protection-incendie disponibles sur le site;
- Contacter le responsable Environnement ainsi que le responsable SST.

Dans le cas où l'incendie nécessiterait des capacités d'intervention supérieures à celles disponibles sur le site, le coordonnateur des mesures d'urgence pourra faire appel au service de sécurité incendie de Saguenay. L'objectif sera alors de stopper ou minimiser la progression de l'incendie en attendant leur arrivée.

Des procédures de lutte contre les incendies seront développées et des équipes spécialisées seront formées afin de faire face aux situations particulières susceptibles d'être rencontrées sur le site. Ces procédures seront intégrées à la version finale du PMU.

4.4 PROCÉDURE EN CAS D'INCIDENT AVEC BLESSÉ

En cas d'incident impliquant un ou plusieurs blessés, le premier témoin doit :

- Assurer sa propre sécurité et celle des personnes à proximité avant toute intervention;
- Vérifier l'état de la personne et la gravité de la blessure;
- Recourir au service d'un membre de l'équipe de secouristes s'il y en a de disponibles à proximité. Dans le cas contraire, il contactera un membre de la brigade d'intervention.
- Aviser son supérieur immédiat.

En cas de blessure mineure :

- Faire administrer les premiers soins par un secouriste;
- Vérifier le caractère adéquat des premiers soins.

En cas de blessure majeure :

- Ne déplacer le blessé que si sa sécurité est compromise;
 - Évacuer le personnel non essentiel et établir un périmètre de sécurité;
 - Faire appeler l'ambulance présente au relais routier et attendre son arrivée avec le blessé;
 - Nommer une personne responsable pour diriger l'ambulance sur le lieu de l'accident si nécessaire;
 - Contacter le coordonnateur des mesures d'urgence et le responsable SST.
-

4.5 PROCÉDURE EN CAS DE CATASTROPHE NATURELLE

Les catastrophes naturelles regroupent les séismes (tremblements de terre), les inondations, les glissements de terrain, les vents et pluies violentes.

En cas de catastrophe naturelle mettant en danger le personnel sur le site et pouvant causer des dommages aux installations, une évacuation sera ordonnée par le coordonnateur des mesures d'urgence, à moins que le danger ne soit plus grand à l'extérieur (ex. : tremblement de terre avec risque d'effondrement de structures), auquel cas, les salles de confinement seront utilisées.

Si le danger est plus grand à l'extérieur :

- Arrêter les travaux non essentiels à l'intérieur et à l'extérieur;
- Mettre le personnel à l'abri à l'intérieur des bâtiments, le plus près possible du centre de la bâtisse;
- Se placer sous les bureaux ou dans les coins des pièces en se tenant éloigner des fenêtres et des meubles en hauteur.

5 PROCÉDURE D'ÉVACUATION

L'évacuation d'un secteur ou de l'ensemble du site pourra s'avérer nécessaire lorsqu'une situation met en péril la santé ou la sécurité des travailleurs et autres occupants, soit :

- incendie;
- explosion;
- danger d'incendie ou d'explosion, etc.;

5.1 PROCÉDURE D'ÉVACUATION

CETTE PROCÉDURE SERA APPLICABLE À TOUS LES TRAVAILLEURS

Lorsque la consigne d'évacuer est donnée, il faut immédiatement :

- | |
|--|
| a) Cesser de travailler. |
| b) Arrêter et sécuriser sa machine ou son équipement. |
| c) Quitter les lieux calmement par le chemin le plus court et le plus sécuritaire. |
| d) Au besoin, aviser en passant ses compagnons de travail. |
| e) Si une personne blessée ou en danger est aperçue, rapporter la situation au coordonnateur des mesures d'urgence avant de porter secours et faites-vous accompagner. |
| f) Se rendre au lieu de rassemblement identifié pour son secteur. |
| g) Se rapporter à la personne responsable d'effectuer le décompte. |
| h) Attendre les consignes du coordonnateur des mesures d'urgence. |

5.2 LIEU(X) DE RASSEMBLEMENT

C'est l'endroit où doivent se retrouver les personnes qui évacuent le site. Le ou les lieux de rassemblement ne sont actuellement pas définis. Le plan d'évacuation sera précisé dans le plan des mesures d'urgence final, lorsque l'ingénierie détaillée sera disponible.

Une liste de tous les points de rassemblement et des cartes indiquant les itinéraires pour y accéder seront affichées aux endroits-clés du site.

Le Coordonnateur des mesures d'urgence déterminera si les lieux définis sont sécuritaires en fonction du danger et de la direction des vents.

RECENSEMENT

Cet exercice sert à identifier les personnes manquantes à l'endroit même du secteur de rassemblement. Le recensement se fait en comptant chaque membre de l'équipe. Ce nombre doit correspondre au nombre d'employés comptés lors de la répartition des tâches en début du quart de travail. De plus, le registre des visiteurs et le témoignage des personnes évacuées permettront de dénombrer les visiteurs sur le site.

Le recensement sera réalisé par les responsables de secteur. Ils devront informer le Coordonnateur des mesures d'urgence des résultats du recensement (ex. : nombre de personnes manquantes, équipe complète).

Une fois le recensement complété, si quelqu'un est déclaré manquant, une équipe de pompiers partira à sa recherche sans mettre leur sécurité en péril.

6 RETOUR À LA NORMALE

6.1 DÉCLARATION DE FIN DE LA SITUATION D'URGENCE

Lorsqu'une situation d'urgence a été maîtrisée, une série d'actions organisées doit s'enclencher de façon à ce que les opérations normales puissent reprendre le plus rapidement possible.

Le Coordonnateur des mesures d'urgence, après s'être assuré que la situation est parfaitement sécuritaire, sera autorisé à déclarer que l'urgence est terminée et que la reprise des opérations peut se faire de façon sécuritaire.

En cas d'urgence impliquant des ressources externes, il consultera au préalable les intervenants de la sécurité publique (police, pompiers), le cas échéant.

Même lorsque la situation d'urgence est maîtrisée, le lieu du déversement, de l'incendie et/ou l'explosion peut demeurer dangereux et des précautions doivent être prises afin de diminuer les risques. Le Coordonnateur des mesures d'urgence s'assurera que toutes les inspections requises ont été effectuées avant d'autoriser la reprise des opérations normales.

6.2 DÉCONTAMINATION DU PERSONNEL ET DES ÉQUIPEMENTS

Lors d'une intervention d'urgence, les personnes (employés et intervenants externes) affectées aux opérations d'intervention pourront se laver dans les douches des employés avant de quitter les lieux ou si elles sont éclaboussées par une matière dangereuse.

Les vêtements de travail contaminés (ex. : couvre-touts, imperméables, etc.) devront être récupérés et nettoyés ou éliminés en tant que matières dangereuses résiduelles.

Les équipements (boyaux d'arrosage, boyaux de camions-vacuum, pompes, véhicules, etc.) contaminés par le produit déversé ou par la fumée (en cas d'incendie) devront être nettoyés avant de quitter les lieux. Le lavage des équipements devra se faire sur une surface imperméable et l'eau de lavage récupérée dans un camion-vacuum pour être traitée avant d'être rejetée à l'égout.

Bien qu'une telle éventualité soit peu probable, si le produit déversé ou la fumée (en cas d'incendie) contient une ou des substances toxiques, un protocole de décontamination spécifique pour le personnel et pour les équipements devra être établi. Ce protocole pourra prévoir, au besoin, des mesures de suivi médical pour le personnel, ainsi que des tests démontrant l'efficacité de décontamination des équipements.

6.3 PHASE DE RÉHABILITATION DU SITE

Une fois la situation d'urgence contrôlée, il est important de procéder le plus rapidement possible au nettoyage et à la réhabilitation du site, en définissant les méthodes qui seront utilisées, le niveau de décontamination visé et la destination des déchets générés.

Ce plan d'action variera en fonction de la nature de l'incident, des produits en cause et de l'état des installations.

Lors de ces travaux, la protection des travailleurs doit être assurée en conformité avec les règlements et les directives de la CNESST.

6.4 SUIVI D'UNE INTERVENTION D'URGENCE

À la suite d'une intervention d'urgence, le Coordonnateur des mesures d'urgence doit organiser une réunion avec les personnes et organismes concernés, afin d'identifier les causes de l'incident, dresser un bilan de l'intervention et déterminer des mesures correctives afin d'éviter qu'une telle situation ne se reproduise. **Le compte-rendu de cette réunion doit faire l'objet du rapport d'incident soumis aux autorités compétentes.**

Le témoin d'une situation dangereuse doit recueillir le maximum d'informations possible, afin de pouvoir décrire la situation aux autres intervenants. Dès qu'il le peut, il doit remplir le formulaire intitulé **Rapport d'incident** afin de ne pas oublier ses observations et de faciliter le suivi de l'événement et le remettre au Coordonnateur des mesures d'urgence.

7 MESURES PRÉVENTIVES

Plusieurs mesures préventives seront mises en place afin de réduire les risques pour la santé, la sécurité et l'environnement, sur le site. Quelques-unes sont présentées dans les sous-sections suivantes. Une liste plus exhaustive sera fournie dans la version finale du PMU.

7.1 SÉCURITÉ DU SITE

L'usine comportera des systèmes de contrôle et de surveillance appropriés afin d'assurer la sécurité des installations et des opérations, notamment un système de contrôle des accès et un système contre les intrusions. Tous les systèmes de sécurité sont conformes à la norme CSA Z276-11.

7.2 RÉUNIONS SANTÉ ET SÉCURITÉ

Les réunions de santé et de sécurité seront tenues régulièrement pour chaque département. Tous les employés et les sous-traitants devront participer aux réunions cédulées pour son groupe de travail. Ces réunions peuvent être structurées en formation (ex. : la formation pratique, la formation théorique, les présentations audiovisuelles, les démonstrations ou les exercices éducatifs) et peuvent être intégrées avec les instructions techniques et de protection de l'environnement.

En lien avec le PMU, les sujets discutés peuvent inclure :

- les consignes de sécurité : générales et propres au site et à l'activité réalisée;
- l'introduction aux nouvelles procédures de sécurité;
- l'importance et l'utilisation appropriée de l'équipement de protection individuelle (EPI);
- un examen des incidents/accidents antérieurs ainsi que la mise en évidence des leçons à apprendre;
- les procédures d'intervention en cas de situation d'urgence potentielle;
- les rapports d'accidents et les procédures d'enquête;
- les améliorations apportées aux procédures actuelles.

7.3 PROGRAMME D'INSPECTION

Un programme d'inspection sera mis en place pour s'assurer du bon état des installations et des équipements. Toutes les installations à risques seront inspectées sur une base régulière et les informations serviront à l'établissement d'un programme de maintenance.

7.4 PLAN DES INSTALLATIONS

Les plans détaillés des installations seront fournis dans la version finale du PMU, lorsque l'ingénierie détaillée du projet sera disponible. Ces plans indiqueront notamment l'emplacement :

- des trousse de déversement;
- des équipements d'intervention;
- des points de rassemblement;
- des lieux d'entreposage de matières dangereuses;
- des entrées d'eau dans les bâtiments.

Une carte montrant les installations, les voies d'accès, les emplacements des hôpitaux, des aéroports, des principaux cours d'eau et milieux sensibles sera préparée et ajoutée.

7.5 FORMATION DU PERSONNEL

La liste des cours présentée au Tableau 7-1 constituera le programme d'entraînement de base visant à former tous les travailleurs, selon leurs rôles et tâches respectives.

Il est à noter que d'autres formations, séances d'informations et réunions de chantier pourront être développées à l'interne afin de répondre aux particularités du site et des tâches du travailleur.

Tableau 7-1 : Liste des formations

Formation	Personnes concernées	Description
Introduction au site	Employés et visiteurs	Formation ESST présentant les procédures à suivre pour toutes les personnes travaillant ou visitant le site.
Formation sur le PMU – pour intervenants internes	Équipe d'intervention d'urgence	Formation détaillée pour chaque intervenant d'urgence, afin de bien connaître son rôle et ses responsabilités en cas de situation d'urgence ainsi que la structure générale d'une intervention d'urgence
Formation générale sur le PMU	Tous les travailleurs/sous-traitants	Cours informatif de base sur le PMU pour chaque travailleur/sous-traitant sur les procédures d'urgence et d'évacuation prévues pour le site
Formation SIMDUT	Tous les travailleurs ayant à manipuler des matières dangereuses	Les travailleurs devront connaître l'utilisation des fiches signalétiques, au moyen d'un programme de formation sur le SIMDUT-SGH (Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail). Ce cours décrit également l'utilisation et le contrôle de l'étiquetage des matières dangereuses.
Formation secourisme en milieu de travail	Tous les secouristes en milieu de travail	Cours requis selon le <i>Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins</i> . Il est requis d'avoir au moins un secouriste par quart de travail qui pourra dispenser les premiers soins lors d'un incident impliquant des blessés. Cette formation est valide pour une période de 3 ans.
Prévention contre les incendies et intervention	Équipe d'intervention d'urgence	Cours comprenant les sujets suivants : prévention des incendies, rôle et responsabilités des brigadiers, communication, équipement de détection, protection et combat, stratégies d'intervention, propagation d'un feu et confinement, utilisation des tuyaux d'incendie, techniques d'évacuation. La formation comprendra des exercices de pratique d'intervention et d'extinction d'incendie.
Utilisation des extincteurs	Tous les travailleurs	Formation sur les techniques d'utilisation et d'entretien des extincteurs
Formation Transport de matières dangereuses (TMD)	Tous les transporteurs de matières dangereuses	Formation spécifique sur la gestion, le transport et la manipulation des matières dangereuses et les dangers qui s'y rattachent.

7.6 ÉQUIPEMENTS D'INTERVENTION

La liste ci-dessous énumère le matériel d'intervention prévu. Cette liste sera complétée dans la version finale du plan des mesures d'urgence, avant la mise en exploitation de l'usine :

Protection-incendie :

- Extincteurs portables
 - dans chaque véhicule;
 - dans chaque secteur présentant des risques d'incendie.
- Système d'eau d'incendie dédié à la distribution d'eau à des bornes d'incendie et aux systèmes fixes d'arrosage et de lutte contre les incendies;
- Système de détection des gaz inflammables et de détection d'incendie;

- Rideaux d'eau et systèmes d'extinction à poudre / mousse.

Protection individuelle :

- Masques de protection respiratoire;
- Respirateurs autonomes;
- Vêtements de protection;

Médical :

- Centre de premiers soins avec infirmière en permanence.

Déversement :

- Présence de fosses de rétention pour contrôler les déversements, conformément aux exigences du code CSA Z276 :
 - Pour les déversements de GNL, des fosses avec un drainage approprié couvrent une partie de l'aire de procédé et de l'aire d'entreposage;
 - Le toit du réservoir de GNL sera drainé vers une fosse de rétention dédiée afin d'évacuer toute fuite de GNL de la tuyauterie et des valves et ainsi éloigner le GNL du réservoir et permettre sa vaporisation de façon sécuritaire;
 - Les aires de chargement des camions et des navires seront également protégées par une fosse de rétention.
- Trousses de déversement aux endroits stratégiques.

7.7 MISE À L'ESSAI DU PMU

Le plan des mesures d'urgence sera mis à l'essai une fois par année, par des exercices pratiques et de simulation permettant de soulever les faiblesses du plan de mesures d'urgence et d'y apporter des corrections. Les mises à l'essai porteront sur toutes les composantes du PMU.

Les objectifs visés seraient de familiariser le personnel avec les procédures d'alerte et d'intervention, les rôles et responsabilités et les lieux de rassemblement.

Le programme d'exercice sera établi et détaillé dans la version finale du PMU. Il mettra en pratique tous les scénarios d'accident mentionnés dans le PMU.

8 BOTTIN TÉLÉPHONIQUE

8.1 RESSOURCES INTERNES

Un bottin téléphonique des ressources internes sera intégré à la version finale du PMU.

8.2 RESSOURCES EXTERNES

Une liste préliminaire est fournie ci-dessous. Celle-ci sera complétée dans la version finale du plan de mesures d'urgence, avant la phase de construction.

8.2.1 SÉCURITÉ PUBLIQUE

Urgence (incendie, police, ambulance)	9-1-1 (24 h)
Ambulance Chicoutimi	418-543-5045
Service de sécurité incendie – Ville de Saguenay	418-698-3380
Caserne 3 de Saguenay (444 boul. de l'Université)	poste 4560
Caserne 4 de Saguenay (642, boulevard Sainte-Geneviève)	poste 4530
Caserne 5 de La Baie (491, boul. de la Grande-Baie Sud)	poste 4523
Sûreté du Québec (poste MRC du Fjord-du-Saguenay)	418-549-4576
Ville de Saguenay (tous les services)	418-698-3000
Sécurité civile du Québec (Saguenay – Lac-Saint-Jean et Côte-Nord)	418 695-7872
CANUTEC	613 996-6666 (24 h)

8.2.2 ENVIRONNEMENT

MDDELCC Urgence Environnement	1-866-694-5454 (24 h)
Environnement Canada (Urgence)	514-283-2333 (24 h)

8.2.3 ENTREPRENEURS

Sera complété avant le début de la phase de construction.

SANTÉ

Hôpital de Chicoutimi (305 Rue Saint-Vallier)	418-541-1000
Commission de la santé et de la sécurité du travail (CNESST)	1-844-838-0808
Centre antipoison du Québec	1-800-463-5060 (24 h)
Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST)	1-866-302-2778

8.2.4 UTILITÉS

Hydro-Québec (Pannes et urgences)
Énergir

1-800-790-2424 (24 h)
1-800-361-8003 (Urgence 24 hres)
1-800-563-1516 (Service)

8.2.5 SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES

Environnement Québec (Info climat)

418-521-3820

ANNEXE

15

**TABLEAU DES MESURES
D'ATTÉNUATION**

CONSTRUCTION

Mesures d'atténuation proposées

		Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction
		Dépôts meubles - Stabilité	Dépôts meubles - Dynamique sédimentaire	Qualité des sols	Qualité des sédiments (eau douce)	Qualité des sédiments (eau marine)	Qualité de l'eau en milieu terrestre	Qualité de l'eau en milieu marin	Hydrogéologie	Qualité de l'air	Gas à effet de serre (GES)	Bruits en milieu terrestre	Bruit subaquatique	Ambiance lumineuse
1	Les travaux d'excavation, de remblayage et de réaménagement seront exécutés de façon à minimiser la nécessité d'emprunt de matériaux et de pierre concassée. Les matériaux de remblais nécessaires seront transportés par camion à partir de bancs d'emprunt situés à l'extérieur de la propriété ou à partir d'un autre secteur du port de Grande-Anse. Les sols excavés seront, selon leurs caractéristiques, utilisés comme matériel de remblai sur le site ou sortis du site, si leur quantité est jugée excédentaire ou si leur qualité ne convient pas aux besoins d'ingénierie, et transportés et disposés selon les lois et règlements en vigueur.	0		0										
2	Lorsque possible les arbres et arbustes seront enlevés par coupe à ras du sol sur les talus des remblais. Leur système racinaire sera conservé afin de favoriser l'infiltration des eaux de ruissellement et la stabilité naturelle des sols.	0												
3	Lors du déboisement, une attention spéciale sera portée à la végétation à la limite des aires de travail afin de ne pas l'endommager. Si accidentellement des arbres chutent, ils seront retirés en prenant soin de ne pas perturber le milieu. Près des limites des aires de travail, on n'arrachera pas ni ne déracinera les arbres avec un engin de chantier. Le long de ces limites, on conservera une zone de transition déboisée non essouchée de 3 m de largeur pour protéger le système racinaire des arbres situés à l'extérieur des aires de travail et on y préservera la strate arbustive. Les souches seront laissées en place. Les racines endommagées de 10 mm et plus des arbres à conserver seront coupées de façon nette. Les arbres seront coupés à une hauteur ne dépassant pas 30 cm au-dessus du niveau du sol. Aux endroits nécessaires, les souches seront enlevées jusqu'à une profondeur minimale de 30 cm au-dessous de la surface du sol. Dans les zones de fortes pentes et aux endroits où des remblais de plus de 1 m sont prévus, une coupe à ras de terre (hauteur maximale de 15 cm) sans essouchement sera aussi réalisée.	0	0		0		0							
4	Lors des travaux, le drainage naturel du milieu sera respecté autant que possible et toutes les mesures appropriées seront prises afin de permettre l'écoulement normal des eaux.	0	0		0		0							
5	Dans la mesure du possible, les horizons organiques des surfaces (terre végétale) qui seront décapées seront sauvegardés. La terre végétale entreposée sera utilisée pour le recouvrement des aires qui auront été décapées. Ainsi, la conservation de la terre végétale pour une utilisation ultérieure permettra d'éviter de contaminer celle-ci par des matériaux sous-jacents de composition différente.	0	0		0		0							
6	Toute traverse à quai sera interdite à moins d'avoir obtenu les autorisations requises auprès des ministères concernés.	0	0		0		0							
7	À la fin des travaux, les aires de travail seront débarrassées des équipements, pièces de machinerie, matériaux, installations provisoires, déchets, rebuts, décombres et débris provenant des travaux. Ces aires de travail seront réaménagées et restaurées de manière à ce qu'elles s'intègrent le mieux possible dans le paysage naturel (régaler et ameublir le sol, adoucir les pentes). Si des segments de routes ou des chemins étaient abandonnés, ils seront scarifiés et revégétalisés. Les pentes des talus des emprises du projet seront ensémençées afin de les stabiliser rapidement. Toutes les zones qui ne seront pas utiles pour des projets futurs seront végétalisées.	0												
8	Si requis, les ponceaux temporaires ainsi que les protections des berges seront retirés. Le lit et les berges des cours d'eau seront restaurés.	0	0		0		0							
9	Dans le but de réduire les risques d'érosion sur les terrains en pente, des méthodes telles que l'implantation de talus de retenue, de rigoles ou de fossés de dérivation perpendiculaires à la pente ou d'autres méthodes seront utilisées.	0	0		0		0							
10	La circulation des camions et autres véhicules se fera via les routes d'accès existants. Une signalisation adéquate sera utilisée à l'approche du chantier. Pendant la durée des travaux, les voies publiques empruntées par les véhicules de transport ou la machinerie pourront être nettoyées afin d'enlever toute accumulation de matériaux meubles ou d'autres débris.													
11	Un système de drainage périphérique des eaux de ruissellement sera mis en place en phase de construction. Les eaux de ruissellement s'écouleront vers les fossés suivant les pentes aménagées sur le terrain. Une distance raisonnable sera maintenue entre les excavations et les fossés permanents afin de respecter leur intégrité au cours des phases construction et fermeture. Les travaux d'excavation seront réalisés de façon à ce que l'eau de ruissellement ne contienne qu'un minimum de matières particulaires en suspension avant d'être déversée dans les fossés et, par la suite, vers le réseau hydrographique. Selon le cas, des méthodes de contrôle d'émission de matières en suspension telles que les bassins de sédimentation, les digues, les barrières et trappes à sédiments ou la stabilisation de talus seront utilisées. Ces structures seront inspectées et nettoyées au besoin.	0	0		0		0		0					
12	Aménager les pentes adjacentes aux chemins d'accès de manière à en assurer la stabilité maximale. Dans la mesure du possible, la végétation des pentes bordant les routes doit être conservée.	0	0		0		0							
13	À l'intérieur et dans la bande de 15 m bordant la ligne des hautes eaux d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau et à l'intérieur de tout milieu humide (étang, marais, marécage ou tourbière), il sera interdit d'y entasser des rebuts, des débris, des matériaux ou des débris temporaires (p. ex. matière organique provenant du décapage de la surface du sol). Il sera également interdit d'y amonceler des déchets et débris ligneux. Les eaux de ruissellement seront détournées vers une zone de végétation à au moins 30 m du cours d'eau ou encore interceptées au moyen de barrières à sédiments ou d'un bassin de sédimentation.		0	0	0	0	0	0	0					
14	Le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail seront limités au strict minimum.				0	0	0	0						
15	Les matériaux granulaires utilisés pour la construction des ouvrages ne pourront pas provenir du lit d'un plan d'eau ni de ses berges, ni d'aucune source située à moins de 75 m du milieu aquatique, sauf pour la partie de roc excavé sur l'aire contiguë aux plateformes de chargement et à la route d'accès.		0		0	0	0	0						
16	Advenant l'utilisation de pieux à bout ouverts nécessitant l'enlèvement des sédiments contenus à l'intérieur de ceux-ci, ces sédiments devront être rejetés en milieu terrestre.		0			0	0	0						
17	Les manoeuvres des navires dans la zone de juridiction de Port de Saguenay seront encadrées globalement par les pratiques et procédures de l'autorité portuaire. Toutefois, en aval de cette zone, les navires-citernes circuleront à une vitesse n'excédant pas les 10 nœuds, en autant que cela demeure sécuritaire pour ceux-ci.													
18	Les bandes riveraines détériorées par les travaux seront restaurées, de manière à reproduire la rive naturelle du cours d'eau ou du plan d'eau.	0	0		0	0	0	0						
19	Si les travaux de forage atteignent la nappe phréatique, au moment de l'abandon du site, le trou sera rempli avec du gravier ou du sable propre dans la région de la nappe phréatique et les mesures nécessaires seront prises afin de créer un bouchon de matériau imperméable en surface du trou pour empêcher l'infiltration de contaminants dans celui-ci.													
20	Advenant le cas où du terrassement devrait être effectué à des endroits où la pente est forte, le fond des fossés sera recouvert avec des matériaux granulaires drainants et/ou de l'empierrement afin de prévenir l'érosion.	0	0		0		0							
21	Une surveillance étroite sera réalisée pendant les travaux d'excavation et de profilage afin de détecter toute possibilité de décrochement. En cas de doute, des mesures correctives seront mises en place afin d'éviter tout glissement.	0	0		0	0	0	0						
22	Advenant le cas où du remblai provenant de l'extérieur était nécessaire, la qualité environnementale de ce dernier serait évaluée et seuls des remblais dont la qualité environnementale aura été attestée seront utilisés sur le site.			0					0					
23	De l'abat-poussière sera utilisé au besoin sur les voies de circulation sur le site industriel, la voie d'accès au site et le stationnement afin de prévenir autant que possible les émissions fugitives de poussières liées à la circulation des véhicules.			0					0					
24	L'entretien des véhicules et équipements s'effectuera généralement à l'extérieur du site. L'approvisionnement en carburant se fera à l'extérieur du site, ou avec des camions de service adéquatement équipés advenant la nécessité de le faire sur le site, à plus de 60 m de l'eau si possible. Une panne sera positionnée sous les points de transfert durant le ravitaillement afin d'éliminer tout écoulement sur le sol.			0	0	0	0	0	0	0				
25	Des trousseaux de déversement seront disponibles dans les véhicules et la machinerie qui circuleront sur le site et à divers endroits sur le site afin de faciliter la gestion de déversements accidentels. Les trousseaux comprendront une quantité suffisante de matières absorbantes ainsi que des récipients étanches destinés à recueillir les produits pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses.			0	0	0	0	0	0					
26	Une caractérisation de la qualité environnementale des sols sera effectuée sur tous les secteurs du site où des activités susceptibles d'avoir contaminé les sols auront eu lieu. Advenant le cas où des sols contaminés étaient découverts, une réhabilitation du terrain serait effectuée.			0					0					
27	Délimiter clairement l'aire des travaux afin de minimiser l'empreinte dans les cours d'eau.													
28	Lors de l'installation d'un ponceau, confiner au préalable l'aire de travail afin d'éviter le transport de matières particulaires dans l'eau (p. ex. assécher partiellement ou totalement la zone). Les techniques de travail et les matériaux utilisés (p. ex. structures de détournement, géotextile, polythène, etc.) ne doivent pas générer de turbidité dans l'eau autant que possible. Le débit naturel du cours d'eau doit être maintenu en continu et le retour de l'eau doit se faire immédiatement en aval de l'aire de travail. Dans la mesure du possible, le lit du cours d'eau ne devrait pas être rétréci de plus des 2/3 durant les travaux. Si nécessaire, les accumulations d'eau dans l'aire de travail doivent être pompées vers une zone de végétation à une distance d'au moins 30 m du cours d'eau.		0		0		0							
29	L'installation d'un ponceau dans un cours d'eau doit préférentiellement être réalisée en période d'étiage et dans les meilleurs délais possible. Celui-ci ne doit pas entraver l'écoulement de l'eau, ni contribuer à la formation d'étangs en amont en période de crue. L'extrémité du ponceau doit dépasser la base du remblai qui étaye le chemin d'au plus 30 cm et le remblai doit être stabilisé aux deux extrémités du ponceau. Le matériel de ce remblai ne doit pas contenir de matière organique.	0	0		0		0							

Mesures d'atténuation proposées

		Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction
		Dépôts meubles - Stabilité	Dépôts meubles - Dynamique sédimentaire	Qualité des sols	Qualité des sédiments (eau douce)	Qualité des sédiments (eau marine)	Qualité de l'eau en milieu terrestre	Qualité de l'eau en milieu marin	Hydrogéologie	Qualité de l'air	Gas à effet de serre (GES)	Bruits en milieu terrestre	Bruit subaquatique	Ambiance lumineuse
30	Après l'installation d'un ponceau, toute autre structure requise pour ces travaux doit être retirée de l'eau. Il faut s'assurer que le lit du cours d'eau est bien stabilisé à l'entrée et à la sortie. Le lit du cours d'eau doit ensuite être préférablement réaménagé selon son profil naturel et avec des matériaux similaires aux précédents. Les berges doivent être stabilisées et, au besoin, revégétalisées.	O	O		O		O							
31	Les pentes des déblais et remblais seront stabilisées au moyen de techniques s'harmonisant le plus possible avec le cadre naturel du milieu, et ce, à tout endroit où l'érosion est susceptible de créer un apport de matières particulaires dans un cours d'eau (pente adoucie à 1,5 H : 1 V, plus autres techniques disponibles). Le long des pentes fortes, on utilisera, au besoin, des barrières à sédiments (géotextile, pailles, etc.) au pied des talus pour réduire le volume de particules transportées. Des aménagements protecteurs (pailles, copeaux, matelas) pourront également être utilisés directement sur la pente. On évitera de mettre des déblais sur les pentes fortes. Les remblais seront compactés de façon adéquate.	O	O		O		O							
32	Lorsque l'enlèvement ou l'ajout de matières granulaires ou autres seront faits dans l'eau, les travaux devront être effectués de façon à minimiser la contamination du cours d'eau par la remise en suspension des matériaux.		O		O		O							
33	Réaliser les travaux de bétonnage selon des méthodes de travail appropriées permettant de circonscrire l'aire des travaux et d'éviter l'écoulement de résidus de béton dans l'eau.				O	O	O	O						
34	Tout déversement accidentel sera rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence du projet, qui aura été élaboré et approuvé préalablement aux travaux. Advenant un déversement d'hydrocarbures ou de toute autre substance nocive, le réseau d'alerte d'Environnement Canada (1 866 283-2333) et MDDELCC (1 866 694-5454) devra être avisé sans délai. Tout déversement de contaminants devra faire l'objet de mesures immédiates d'intervention pour confiner et récupérer les produits. Le sol contaminé devra être retiré et éliminé dans un lieu autorisé et une caractérisation devra être effectuée selon les modalités de la <i>Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés</i> du MDDELCC.			O	O	O	O	O	O					
35	Les produits pétroliers (hydrocarbures) seront manipulés de façon à prévenir et à maîtriser les fuites et les déversements. Des produits absorbants les hydrocarbures seront gardés en tout temps sur les lieux d'entreposage ou d'utilisation de produits pétroliers.			O	O	O	O	O	O					
36	Lors des travaux, on épandra, au besoin, des abats-poussières sur les surfaces où la circulation risque de causer le soulèvement des poussières. L'abat-poussière utilisé devra être conforme à la norme NQ 2410-300.						O		O					
37	Lorsque des abats-poussières à base de chlorure de calcium seront utilisés, on ne devra pas se départir du produit ni rincer l'équipement dans ou près d'un fossé, un cours d'eau ou sur la végétation.			O	O	O	O	O	O					
38	Dans la mesure du possible, des abrasifs seront utilisés au lieu de fondants en hiver et, lorsque nécessaire, de l'eau sera utilisée comme abat-poussières au lieu d'une solution chimique.			O	O		O		O					
39	À mesure de l'avancement des travaux, tous les rebuts de construction, les résidus et les matériaux en surplus devront être retirés du chantier de façon régulière et éliminés en conformité avec la réglementation en vigueur. Le surplus de béton ou bitume et les eaux ayant servi au nettoyage des véhicules et du matériel devront être mis au rebut dans une aire prévue à cette fin et de manière à éviter toute contamination du milieu.			O	O	O	O	O	O					
40	Si une aire d'entreposage de la neige est requise, celle-ci devra être située à une distance minimale de 30 m de tous cours d'eau et de toute source d'approvisionnement en eau potable, de manière à éviter toute contamination.				O		O		O					
41	On ne déchargera pas la neige dans un cours d'eau ni dans la bande de 30 m d'un cours d'eau.				O	O	O	O	O					
42	Les matières dangereuses seront gérées conformément au Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r. 15.2) selon un système de gestion indépendant de celui appliqué aux matières résiduelles. Si requis, la récupération s'effectuera par une entreprise spécialisée. Toutes les matières dangereuses seront donc entreposées dans un lieu désigné à cet effet et protégées des intempéries par une bâche étanche en attente de leur chargement et de leur transport. En hiver, il est suggéré de déposer les contenants sur des palettes ou des tables d'entreposage. Si le temps de rétention excède 30 jours, la zone d'entreposage devra comprendre un abri étanche possédant au moins trois côtés, un toit et un plancher étanche formant une cuvette dont la capacité de rétention devra correspondre à 110 % du volume du plus gros contenant. Le lieu d'entreposage des matières dangereuses sera éloigné de la circulation des véhicules et situé à une distance raisonnable des fossés de drainage ou des puisards ainsi que de tout autre élément sensible ainsi qu'à un minimum de 60 m de tous cours d'eau.			O	O	O	O	O	O					
43	Les matières résiduelles seront disposées dans des contenants prévus à cette fin ou seront entreposées temporairement dans un endroit conçu pour limiter les risques de rejet dans l'environnement. Les diverses catégories de matières résiduelles seront gérées séparément, impliquant une récupération et un transport quotidien des matières résiduelles domestiques par les travailleurs.													
44	À la fin des travaux, les aires de travail seront débarrassées de tous les équipements ou matériaux. Le site sera réaménagé et restauré de manière à ce qu'il ne génère pas de matières qui pourraient être lessivées et retrouvées dans les cours d'eau (régaler et ameubler le sol, adoucir les pentes, stabiliser le sol). La revégétalisation aura pour effet de stabiliser le sol et éviter le lessivage des sols vers les cours d'eau. Les segments de routes ou chemins abandonnés pourraient cependant être conservés et entretenus par l'APS.													
45	Le drainage naturel sera restauré et, au besoin, des fossés seront creusés pour assurer un bon drainage du terrain.													
46	Pendant les travaux, des avis à l'égard de la navigation seront diffusés via la Garde côtière canadienne.													
47	Les bidons ou récipients contenant des hydrocarbures ou autres produits dangereux seront placés à plus de 60 m de la rive des cours d'eau et plans d'eau, et seront entreposés dans un bac ou entre des bermes ayant la capacité de recueillir 110 % des réserves entreposées.			O	O	O	O	O	O					
48	Le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail seront limités au minimum afin de respecter la topographie naturelle et ainsi prévenir l'érosion et l'émission de particules en suspension dans les eaux de ruissellement.	O	O	O	O	O	O	O	O					
49	Le dynamitage sera réalisé selon les bonnes pratiques afin de limiter la fracturation du roc et ainsi la perturbation du réseau d'écoulement des eaux souterraines.	O							O					
50	Aucun véhicule ou engin de chantier ne sera lavé sur place, mis à part les bétonnières et autres équipements servant au transport, au pompage ou à la pose du béton. Les eaux de lavage des équipements et outils utilisés pour le bétonnage seront rejetées à plus de 30 m des rives des cours d'eau et lacs. Dans l'impossibilité de respecter cette distance, une fosse de lavage des bétonnières avec membrane géotextile, sera aménagée et identifiée sur le site. De cette façon, les résidus de béton seront concentrés à un seul endroit et seront déposés dans un conteneur à rebuts de construction et l'eau surnageante pourrait potentiellement être recyclée dans le processus de fabrication.			O	O	O	O	O						
51	Un bassin de rétention sera aménagé sous les réservoirs de diesel alimentant les génératrices du site afin de récupérer tout produit pétrolier résultant d'un éventuel déversement ou fuite des réservoirs.			O	O	O	O	O	O					
52	Des conteneurs identifiés et dédiés seront installés pour la récupération des divers matériaux et rebuts de construction. Les conteneurs seront transportés régulièrement vers les lieux de recyclage, de récupération ou d'enfouissement autorisés. Les matières dangereuses résiduelles (huiles usées, filtres usés, etc.) seront entreposées dans des contenants appropriés, identifiés adéquatement, et éliminées par une firme spécialisée.			O	O	O	O	O	O					
53	L'approvisionnement en carburant se fera à l'extérieur du site, ou avec des camions de service adéquatement équipés advenant la nécessité de le faire sur le site. Une panne sera positionnée sous les points de transfert durant le ravitaillement afin d'éliminer tout égouttement sur le sol.			O	O	O	O	O	O					
54	Une caractérisation de la qualité environnementale des eaux souterraines sera effectuée sur tous les secteurs du site où des activités susceptibles d'avoir contaminé les eaux souterraines auront eu lieu. Advenant le cas où l'eau souterraine se trouvait contaminée à certains endroits, des mesures seraient prises afin de rétablir la qualité environnementale des eaux souterraines du secteur.								O					
55	Limiter le fonctionnement à l'arrêt (« idle ») des équipements motorisés. Tous les équipements électriques ou mécaniques non utilisés devront être éteints, incluant également les camions en attente d'un chargement excédant 5 minutes.									O	O			
56	Utilisation d'équipement, de normes de construction et d'aménagement, de mode d'opération et de procédures visant l'efficacité énergétique.									O				

Mesures d'atténuation proposées

		Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction
		Végétation terrestre et riveraine	Végétation marine et herbiers intertidaux	Invertébrés benthiques et nectoniques (eau douce)	Invertébrés benthiques et nectoniques (eau marine)	Poissons (eau douce)	Poissons (eau marine)	Mammifères marins	Oiseaux	Faune terrestre	Utilisation du territoire et des ressources par les premières nations	Patrimoine naturel et culturel (premières nations)	Utilisation du territoire par les communautés locales et régionales	Risques pour la santé humaine	Visuel	Patrimoine naturel et culturel
1	Les travaux d'excavation, de remblayage et de réaménagement seront exécutés de façon à minimiser la nécessité d'emprunt de matériaux et de pierre concassée. Les matériaux de remblais nécessaires seront transportés par camion à partir de bancs d'emprunt situés à l'extérieur de la propriété ou à partir d'un autre secteur du port de Grande-Anse. Les sols excavés seront, selon leurs caractéristiques, utilisés comme matériel de remblai sur le site ou sortis du site, si leur quantité est jugée excédentaire ou si leur qualité ne convient pas aux besoins d'ingénierie, et transportés et disposés selon les lois et règlements en vigueur.															
2	Lorsque possible les arbres et arbustes seront enlevés par coupe à ras du sol sur les talus des remblais. Leur système racinaire sera conservé afin de favoriser l'infiltration des eaux de ruissellement et la stabilité naturelle des sols.															
3	Lors du déboisement, une attention spéciale sera portée à la végétation à la limite des aires de travail afin de ne pas l'endommager. Si accidentellement des arbres chutent, ils seront retirés en prenant soin de ne pas perturber le milieu. Près des limites des aires de travail, on n'arrachera pas ni ne déracinera les arbres avec un engin de chantier. Le long de ces limites, on conservera une zone de transition déboisée non essouchée de 3 m de largeur pour protéger le système racinaire des arbres situés à l'extérieur des aires de travail et on y préservera la strate arbustive. Les souches seront laissées en place. Les racines endommagées de 10 mm et plus des arbres à conserver seront coupées de façon nette. Les arbres seront coupés à une hauteur ne dépassant pas 30 cm au-dessus du niveau du sol. Aux endroits nécessaires, les souches seront enlevées jusqu'à une profondeur minimale de 30 cm au-dessous de la surface du sol. Dans les zones de fortes pentes et aux endroits où des remblais de plus de 1 m sont prévus, une coupe à ras de terre (hauteur maximale de 15 cm) sans essouchement sera aussi réalisée.	o		o		o			o	o						
4	Lors des travaux, le drainage naturel du milieu sera respecté autant que possible et toutes les mesures appropriées seront prises afin de permettre l'écoulement normal des eaux.			o		o							o			
5	Dans la mesure du possible, les horizons organiques des surfaces (terre végétale) qui seront décapées seront sauvegardés. La terre végétale entreposée sera utilisée pour le recouvrement des aires qui auront été décapées. Ainsi, la conservation de la terre végétale pour une utilisation ultérieure permettra d'éviter de contaminer celle-ci par des matériaux sous-jacents de composition différente.	o		o		o							o			
6	Toute traverse à quai sera interdite à moins d'avoir obtenu les autorisations requises auprès des ministères concernés.	o		o		o							o			
7	À la fin des travaux, les aires de travail seront débarrassées des équipements, pièces de machinerie, matériaux, installations provisoires, déchets, rebuts, décombres et déblais provenant des travaux. Ces aires de travail seront réaménagées et restaurées de manière à ce qu'elles s'intègrent le mieux possible dans le paysage naturel (régaler et ameublir le sol, adoucir les pentes). Si des segments de routes ou des chemins étaient abandonnés, ils seront scarifiés et revégétalisés. Les pentes des talus des emprises du projet seront ensemençées afin de les stabiliser rapidement. Toutes les zones qui ne seront pas utiles pour des projets futurs seront végétalisées.	o												o		
8	Si requis, les ponceaux temporaires ainsi que les protections des berges seront retirés. Le lit et les berges des cours d'eau seront restaurés.			o		o							o			
9	Dans le but de réduire les risques d'érosion sur les terrains en pente, des méthodes telles que l'implantation de talus de retenue, de rigoles ou de fossés de dérivation perpendiculaires à la pente ou d'autres méthodes seront utilisées.			o		o							o			
10	La circulation des camions et autres véhicules se fera via les routes d'accès existants. Une signalisation adéquate sera utilisée à l'approche du chantier. Pendant la durée des travaux, les voies publiques empruntées par les véhicules de transport ou la machinerie pourront être nettoyées afin d'enlever toute accumulation de matériaux meubles ou d'autres débris.											o		o		
11	Un système de drainage périphérique des eaux de ruissellement sera mis en place en phase de construction. Les eaux de ruissellement s'écouleront vers les fossés suivant les pentes aménagées sur le terrain. Une distance raisonnable sera maintenue entre les excavations et les fossés permanents afin de respecter leur intégrité au cours des phases construction et fermeture. Les travaux d'excavation seront réalisés de façon à ce que l'eau de ruissellement ne contienne qu'un minimum de matières particulaires en suspension avant d'être déversée dans les fossés et, par la suite, vers le réseau hydrographique. Selon le cas, des méthodes de contrôle d'émission de matières en suspension telles que les bassins de sédimentation, les digues, les barrières et trappes à sédiments ou la stabilisation de talus seront utilisées. Ces structures seront inspectées et nettoyées au besoin.			o		o							o			
12	Aménager les pentes adjacentes aux chemins d'accès de manière à en assurer la stabilité maximale. Dans la mesure du possible, la végétation des pentes bordant les routes doit être conservée.			o		o										
13	À l'intérieur et dans la bande de 15 m bordant la ligne des hautes eaux d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau et à l'intérieur de tout milieu humide (étang, marais, marécage ou tourbière), il sera interdit d'y entasser des rebuts, des débris, des matériaux ou des déblais temporaires (p. ex. matière organique provenant du décapage de la surface du sol). Il sera également interdit d'y amonceler des déchets et débris ligneux. Les eaux de ruissellement seront détournées vers une zone de végétation à au moins 30 m du cours d'eau ou encore interceptées au moyen de barrières à sédiments ou d'un bassin de sédimentation.	o	o	o	o	o	o						o			
14	Le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail seront limités au strict minimum.	o	o	o	o	o	o									
15	Les matériaux granulaires utilisés pour la construction des ouvrages ne pourront pas provenir du lit d'un plan d'eau ni de ses berges, ni d'aucune source située à moins de 75 m du milieu aquatique, sauf pour la partie de roc excavé sur l'aire contiguë aux plateformes de chargement et à la route d'accès.			o	o	o	o						o			
16	Advenant l'utilisation de pieux à bout ouverts nécessitant l'enlèvement des sédiments contenus à l'intérieur de ceux-ci, ces sédiments devront être rejetés en milieu terrestre.				o		o									
17	Les manoeuvres des navires dans la zone de juridiction de Port de Saguenay seront encadrées globalement par les pratiques et procédures de l'autorité portuaire. Toutefois, en aval de cette zone, les navires-citernes circuleront à une vitesse n'excédant pas les 10 nœuds, en autant que cela demeure sécuritaire pour ceux-ci.															
18	Les bandes riveraines détériorées par les travaux seront restaurées, de manière à reproduire la rive naturelle du cours d'eau ou du plan d'eau.	o	o	o	o	o	o						o			
19	Si les travaux de forage atteignent la nappe phréatique, au moment de l'abandon du site, le trou sera rempli avec du gravier ou du sable propre dans la région de la nappe phréatique et les mesures nécessaires seront prises afin de créer un bouchon de matériau imperméable en surface du trou pour empêcher l'infiltration de contaminants dans celui-ci.															
20	Advenant le cas où du terrassement devrait être effectué à des endroits où la pente est forte, le fond des fossés sera recouvert avec des matériaux granulaires drainants et/ou de l'empierrement afin de prévenir l'érosion.			o		o							o			
21	Une surveillance étroite sera réalisée pendant les travaux d'excavation et de profilage afin de détecter toute possibilité de décrochement. En cas de doute, des mesures correctives seront mises en place afin d'éviter tout glissement.			o	o	o	o						o			
22	Advenant le cas où du remblai provenant de l'extérieur était nécessaire, la qualité environnementale de ce dernier serait évaluée et seuls des remblais dont la qualité environnementale aura été attestée seront utilisés sur le site.															
23	De l'abat-poussière sera utilisé au besoin sur les voies de circulation sur le site industriel, la voie d'accès au site et le stationnement afin de prévenir autant que possible les émissions fugitives de poussières liées à la circulation des véhicules.													o		
24	L'entretien des véhicules et équipements s'effectuera généralement à l'extérieur du site. L'approvisionnement en carburant se fera à l'extérieur du site, ou avec des camions de service adéquatement équipés advenant la nécessité de le faire sur le site, à plus de 60 m de l'eau si possible. Une panne sera positionnée sous les points de transfert durant le ravitaillement afin d'éliminer tout égouttement sur le sol.	o	o	o	o	o	o						o			
25	Des trousseaux de déversement seront disponibles dans les véhicules et la machinerie qui circuleront sur le site et à divers endroits sur le site afin de faciliter la gestion de déversements accidentels. Les trousseaux comprendront une quantité suffisante de matières absorbantes ainsi que des récipients étanches destinés à recueillir les produits pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses.	o	o	o	o	o	o		o	o						
26	Une caractérisation de la qualité environnementale des sols sera effectuée sur tous les secteurs du site où des activités susceptibles d'avoir contaminé les sols auront eu lieu. Advenant le cas où des sols contaminés étaient découverts, une réhabilitation du terrain serait effectuée.															
27	Délimiter clairement l'aire des travaux afin de minimiser l'empreinte dans les cours d'eau.	o		o		o							o			
28	Lors de l'installation d'un ponceau, confiner au préalable l'aire de travail afin d'éviter le transport de matières particulaires dans l'eau (p. ex. assécher partiellement ou totalement la zone). Les techniques de travail et les matériaux utilisés (p. ex. structures de détournement, géotextile, polythène, etc.) ne doivent pas générer de turbidité dans l'eau autant que possible. Le débit naturel du cours d'eau doit être maintenu en continu et le retour de l'eau doit se faire immédiatement en aval de l'aire de travail. Dans la mesure du possible, le lit du cours d'eau ne devrait pas être rétréci de plus des 2/3 durant les travaux. Si nécessaire, les accumulations d'eau dans l'aire de travail doivent être pompées vers une zone de végétation à une distance d'au moins 30 m du cours d'eau.			o		o							o			
29	L'installation d'un ponceau dans un cours d'eau doit préférentiellement être réalisée en période d'étiage et dans les meilleurs délais possible. Celui-ci ne doit pas entraver l'écoulement de l'eau, ni contribuer à la formation d'étangs en amont en période de crue. L'extrémité du ponceau doit dépasser la base du remblai qui étaye le chemin d'au plus 30 cm et le remblai doit être stabilisé aux deux extrémités du ponceau. Le matériel de ce remblai ne doit pas contenir de matière organique.			o		o							o			

Mesures d'atténuation proposées

		Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction	Construction
		Végétation terrestre et riveraine	Végétation marine et herbiers intertidaux	Invertébrés benthiques et nectoniques (eau douce)	Invertébrés benthiques et nectoniques (eau marine)	Poissons (eau douce)	Poissons (eau marine)	Mammifères marins	Oiseaux	Faune terrestre	Utilisation du territoire et des ressources par les premières nations	Patrimoine naturel et culturel (premières nations)	Utilisation du territoire par les communautés locales et régionales	Risques pour la santé humaine	Visuel	Patrimoine naturel et culturel
57	Lorsque réalisable, fournir l'énergie électrique aux navires à quai à partir du réseau terrestre et réduire/éteindre les génératrices embarquées.	O	O	O		O	O		O	O						
58	Avant le début du chantier, baliser les limites des terrassements projetés et des accès, identifier les zones de déboisement et de décapage des sols ainsi que les zones de coupage à ras de terre de manière à minimiser les superficies à déboiser. Si requis, l'eau s'écoulant dans les ornières devra être détournée vers une zone de végétation localisée à au moins 30 m d'un cours d'eau.								O	O						
59	Mettre en place un programme de sensibilisation des utilisateurs de machinerie afin d'éviter les claquements de bennes, la chute d'objets d'une hauteur élevée et l'optimisation des méthodes de travail.					O			O	O	O		O	O		
60	La circulation des véhicules devra se faire à vitesse réduite afin de limiter les émissions de bruit, de vibrations et de poussières ainsi que pour des raisons de sécurité.								O	O	O		O	O		
61	Tous les équipements résidant aux chantiers, excluant les équipements de passage (p. ex. camions artisans 10 roues) ou les équipements utilisés sur de courtes périodes, seront munis d'alarme de recul à bruit blanc. Les alarmes de recul devront respecter les critères mentionnés à l'article 3.10.12 du Code de sécurité de la CSST.								O	O	O		O	O		
62	L'utilisation de frein moteur devra être proscrite, si possible, à l'intérieur de la zone du chantier.						O	O			O		O	O		
63	Les travaux de forage des emboitures et d'enfoncement de pieux par vibration débuteront de façon progressive et continue, sur une période de 20 à 30 minutes, de manière à permettre aux poissons et aux cétacés de s'éloigner de la zone de travaux avant l'atteinte de l'intensité sonore maximale.															
64	De mai à octobre inclusivement, aucun enfoncement de pieux ne sera réalisé durant les heures de noirceur, de brouillard ou de tempête, c'est-à-dire lorsque la surveillance des mammifères marins est impossible.						O	O								
65	Advenant la présence importante et récurrente de poissons morts ou blessés à l'intérieur de la zone de travaux (indice d'un niveau de bruit subaquatique trop élevé pour les organismes aquatiques sensibles au bruit), des mesures de réduction du bruit pourraient être requises.															
66	Installer les lumières fixes de manière à éviter les débordements de lumière hors des espaces à éclairer.															
67	Réduire les niveaux de contraste des bâtiments en utilisant des finis avec de faibles niveaux de réflectance et des couleurs s'harmonisant avec les paysages naturels (p. ex. éviter le rouge). Lorsque possible, les structures sur le site seront de couleur foncée pour absorber la réflexion de la lumière.	O														
68	Limiter le déboisement et conserver le plus de végétation possible pour procurer des écrans visuels.															
69	Minimiser les sources d'ultraviolet, de lumières rouges et blanches.								O							
70	Porter une attention particulière à l'orientation des lumières fixes dans le secteur des quais et provenant des sources mobiles pour éviter d'éclairer directement vers le Saguenay.								O	O					O	
71	L'éclairage sera planifié afin d'assurer un niveau de lumière requis pour la sécurité des travailleurs et la sécurité des équipements, tout en minimisant le flux lumineux.	O							O	O					O	
72	Pour les installations temporaires de chantier (bureaux de chantier, routes d'accès, etc.), privilégier les sites déjà déboisés ou perturbés.	O														
73	Éviter d'enfouir le tronc des arbres et des arbustes de plus de 300 mm de matériaux rapportés dans le cas de travaux de remblai. Lorsque le remblayage sera supérieur à cette limite maximale, il sera nécessaire de laisser une surface libre de matériaux autour du tronc.	O														
74	Mettre en copeaux (déchiquetage) les résidus ligneux et les utiliser à titre d'amendement pour les travaux de stabilisation de sol lors du réaménagement des zones perturbées ou disposés dans un site autorisé par le MDDELCC. Récupérer le bois ayant une valeur commerciale.	O							O	O						
75	Conserver les conditions de drainage dans les milieux humides contigus aux aires de travail.	O														
76	Exiger des entrepreneurs qu'ils nettoient tous les engins de chantier avant leur arrivée au site des travaux. Ce nettoyage vise à enlever entièrement la boue, les fragments de plantes et les débris visibles qui pourraient être contaminés par des espèces végétales exotiques envahissantes.	O														
77	La machinerie excavatrice, si elle est utilisée à l'intérieur de secteurs touchés par des EVEE, sera nettoyée avant qu'elle soit utilisée à nouveau dans des secteurs non touchés. Le nettoyage sera fait dans des zones non propices à la germination des graines, soit à au moins 50 m des cours d'eau, des plans d'eau, des milieux humides et d'espèces menacées ou vulnérables. Les déchets résultant du nettoyage seront éliminés.	O														
78	Les déblais touchés par des EVEE seront éliminés dans un lieu d'enfouissement technique ou en les enfouissant sur place dans des secteurs qui seront excavés, mais situés à au moins 30 m de cours d'eau, de plans d'eau, de milieux humides ou d'espèces menacées ou vulnérables.	O							O	O						
79	Végétaliser rapidement les aires de travail, les talus aménagés et les surfaces dénudées au fur et à mesure de la réalisation des travaux. Ensemencer avec un mélange de semences approprié afin d'accélérer la reprise végétale afin, entre autres, d'éviter l'établissement d'espèces floristiques exotiques envahissantes. Prévoir des plantations diversifiées comportant un mélange d'essences indigènes feuillues et de conifères présents dans le milieu environnant. Afin d'accélérer la végétalisation, utiliser des espèces de calibres variés, à grand déploiement et à croissance rapide.	O	O	O	O	O	O	O	O	O					O	
80	Effectuer l'entreposage, le stationnement, le lavage de la machinerie et équipement utilisés à plus de 60 m de tout cours d'eau (incluant le Saguenay) ou plan d'eau et à l'extérieur de tout milieu humide, sauf pour les équipements sur les barges. Dans l'impossibilité de respecter cette distance, des mesures de protection particulières, devant être approuvées au préalable par le MDDELCC, comme des bassins étanches ou des toiles absorbantes, seront appliquées. Une inspection préalable, puis une inspection régulière de la machinerie et des camions utilisés, seront effectuées afin de s'assurer qu'ils sont en bon état, propres et exempts de toute fuite d'hydrocarbures. Les aires précises seront identifiées pour l'entretien et le ravitaillement de la machinerie. Le ravitaillement de la machinerie en hydrocarbures sera effectué sous surveillance constante.		O		O											
81	Les activités de construction impliquant le recours à de la machinerie opérant à partir de la zone intertidale seront limitées le plus possible. Certaines opérations en zone littorale pourront être réalisées à partir de barges munies d'une grue ou au moyen d'une barge avec pieux d'ancrage (plateforme auto-élévatrice ou jack-up barge), de sorte à minimiser la circulation en zone intertidale et riveraine. Advenant la nécessité de recourir à de la machinerie circulant en zone intertidale, l'équipement sera converti à l'huile hydraulique végétale.	O	O	O	O	O	O			O						
82	Aucun véhicule et machinerie ne circuleront dans une zone intertidale, un cours d'eau (travers à gué) ou sur la bande riveraine de ces derniers ainsi qu'à l'intérieur de tout milieu humide, excepté dans les secteurs autorisés.			O	O	O	O			O						
83	Éviter, lorsque possible, d'effectuer du travail près des cours d'eau lors de fortes pluies.				O		O									
84	Le forage avec un équipement à têtes rotatives sera privilégié afin de minimiser le bruit émis dans l'environnement sous-marin. Aucune boue ne sera générée dans l'environnement. Seules des MES provenant de l'usure du roc sous l'action des têtes rotatives seront générées. Ces dernières provenant du roc naturel seront exemptes de contaminants et se dissiperont dans l'environnement sous l'effet des courants.								O	O						
85	Lors des travaux de construction en milieu marin, dont les travaux d'installation des pieux et de leurs emboitures, des rideaux de bulles pourraient être utilisés afin de réduire la propagation du bruit subaquatique, si les résultats du suivi sonore subaquatique le recommandent.			O	O	O	O			O						
86	Les travaux de bétonnage ou de coulage du ciment seront effectués de manière à éviter tout déversement dans l'environnement		O		O				O							
87	Pour les équipements sur barge, un bac de rétention est prévu afin d'éviter les déversements dans les milieux aquatique et terrestre.					O	O									
88	Il sera interdit de faire détoner des explosifs dans un habitat du poisson ou à proximité qui produisent ou peuvent produire un changement de pression instantané supérieur à 100 kPa dans une vessie natatoire d'un poisson.								O							
89	Lors des travaux à proximité du Saguenay, une minute avant la mise à feu de la charge principale ou le début du vibrofonçage, de petites charges d'effarouchement (amorces ou cordons détonants de faible longueur) seront déclenchées afin d'éloigner les poissons.															
90	Aucun ravitaillement de navire en hydrocarbures ne sera effectué à partir des plateformes de chargement.							O								
91	Une surveillance des mammifères marins sera réalisée au cours de la phase de construction des infrastructures maritimes, afin d'assurer un environnement sécuritaire pour les mammifères marins.															
92	Pour les réservoirs hors sol dont le volume totalise 5 000 litres, une digue étanche formant une cuvette de rétention autour du ou des réservoirs devra être installée. Si la cuvette de rétention ne protège qu'un seul réservoir, elle devra être d'une capacité suffisante pour contenir un volume d'au moins 10 % supérieur à la capacité du réservoir. Si la cuvette de rétention protège plusieurs réservoirs, elle devra être d'une capacité suffisante pour contenir un volume de liquides au moins égal à la plus grande des valeurs suivantes : la capacité du plus gros réservoir plus 10 % de la capacité totale de tous les autres réservoirs, ou la capacité du plus gros réservoir augmentée de 10 %.	O	O	O	O	O	O	O	O	O						

OPÉRATION

FERMETURE

Mesures d'atténuation proposées

		Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture
		Dépôts meubles - Stabilité	Dépôts meubles - Dynamique sédimentaire	Qualité des sols	Qualité des sédiments (eau douce)	Qualité des sédiments (eau marine)	Qualité de l'eau en milieu terrestre	Qualité de l'eau en milieu marin	Hydrogéologie	Qualité de l'air	Gas à effet de serre (GES)	Bruits en milieu terrestre	Bruit subaquatique	Ambiance lumineuse
30	Après l'installation d'un ponceau, toute autre structure requise pour ces travaux doit être retirée de l'eau. Il faut s'assurer que le lit du cours d'eau est bien stabilisé à l'entrée et à la sortie. Le lit du cours d'eau doit ensuite être préférablement réaménagé selon son profil naturel et avec des matériaux similaires aux précédents. Les berges doivent être stabilisées et, au besoin, revégétalisées.													
31	Les pentes des déblais et remblais seront stabilisées au moyen de techniques s'harmonisant le plus possible avec le cadre naturel du milieu, et ce, à tout endroit où l'érosion est susceptible de créer un apport de matières particulaires dans un cours d'eau (pente adoucie à 1,5 H : 1 V, plus autres techniques disponibles). Le long des pentes fortes, on utilisera, au besoin, des barrières à sédiments (géotextile, pailles, etc.) au pied des talus pour réduire le volume de particules transportées. Des aménagements protecteurs (pailles, copeaux, matelas) pourront également être utilisés directement sur la pente. On évitera de mettre des déblais sur les pentes fortes. Les remblais seront compactés de façon adéquate.	o	o		o		o							
32	Lorsque l'enlèvement ou l'ajout de matières granulaires ou autres seront faits dans l'eau, les travaux devront être effectués de façon à minimiser la contamination du cours d'eau par la remise en suspension des matériaux.		o		o		o							
33	Réaliser les travaux de bétonnage selon des méthodes de travail appropriées permettant de circonscrire l'aire des travaux et d'éviter l'écoulement de résidu de béton dans l'eau.													
34	Tout déversement accidentel sera rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence du projet, qui aura été élaboré et approuvé préalablement aux travaux. Advenant un déversement d'hydrocarbures ou de toute autre substance nocive, le réseau d'alerte d'Environnement Canada (1 866 283-2333) et MDDELCC (1 866 694-5454) devra être avisé sans délai. Tout déversement de contaminants devra faire l'objet de mesures immédiates d'intervention pour confiner et récupérer les produits. Le sol contaminé devra être retiré et éliminé dans un lieu autorisé et une caractérisation devra être effectuée selon les modalités de la <i>Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés</i> du MDDELCC.			o	o		o		o					
35	Les produits pétroliers (hydrocarbures) seront manipulés de façon à prévenir et à maîtriser les fuites et les déversements. Des produits absorbants les hydrocarbures seront gardés en tout temps sur les lieux d'entreposage ou d'utilisation de produits pétroliers.			o	o		o		o					
36	Lors des travaux, on épandra, au besoin, des abats-poussières-sur les surfaces où la circulation risque de causer le soulèvement des poussières. L'abat-poussière utilisé devra être conforme à la norme NQ 2410-300.						o		o					
37	Lorsque des abats-poussières à base de chlorure de calcium seront utilisés, on ne devra pas se départir du produit ni rincer l'équipement dans ou près d'un fossé, un cours d'eau ou sur la végétation.			o	o		o		o					
38	Dans la mesure du possible, des abrasifs seront utilisés au lieu de fondants en hiver et, lorsque nécessaire, de l'eau sera utilisée comme abat-poussières au lieu d'une solution chimique.			o	o		o		o					
39	À mesure de l'avancement des travaux, tous les rebuts de construction, les résidus et les matériaux en surplus devront être retirés du chantier de façon régulière et éliminés en conformité avec la réglementation en vigueur. Le surplus de béton ou bitume et les eaux ayant servi au nettoyage des véhicules et du matériel devront être mis au rebut dans une aire prévue à cette fin et de manière à éviter toute contamination du milieu.			o	o		o		o					
40	Si une aire d'entreposage de la neige est requise, celle-ci devra être située à une distance minimale de 30 m de tous cours d'eau et de toute source d'approvisionnement en eau potable, de manière à éviter toute contamination.				o		o		o					
41	On ne déchargera pas la neige dans un cours d'eau ni dans la bande de 30 m d'un cours d'eau.				o		o		o					
42	Les matières dangereuses seront gérées conformément au Règlement sur les matières dangereuses (L.R.Q., c. Q-2, r. 15.2) selon un système de gestion indépendant de celui appliqué aux matières résiduelles. Si requis, la récupération s'effectuera par une entreprise spécialisée. Toutes les matières dangereuses seront donc entreposées dans un lieu désigné à cet effet et protégées des intempéries par une bâche étanche en attente de leur chargement et de leur transport. En hiver, il est suggéré de déposer les contenants sur des palettes ou des tables d'entreposage. Si le temps de rétention excède 30 jours, la zone d'entreposage devra comprendre un abri étanche possédant au moins trois côtés, un toit et un plancher étanche formant une cuvette dont la capacité de rétention devra correspondre à 110 % du volume du plus gros contenant. Le lieu d'entreposage des matières dangereuses sera éloigné de la circulation des véhicules et situé à une distance raisonnable des fossés de drainage ou des puisards ainsi que de tout autre élément sensible ainsi qu'à un minimum de 60 m de tous cours d'eau.			o	o		o		o					
43	Les matières résiduelles seront disposées dans des contenants prévus à cette fin ou seront entreposées temporairement dans un endroit conçu pour limiter les risques de rejet dans l'environnement. Les diverses catégories de matières résiduelles seront gérées séparément, impliquant une récupération et un transport quotidien des matières résiduelles domestiques par les travailleurs.													
44	À la fin des travaux, les aires de travail seront débarrassées de tous les équipements ou matériaux. Le site sera réaménagé et restauré de manière à ce qu'il ne génère pas de matières qui pourraient être lessivées et retrouvées dans les cours d'eau (régaler et ameublir le sol, adoucir les pentes, stabiliser le sol). La revégétalisation aura pour effet de stabiliser le sol et éviter le lessivage des sols vers les cours d'eau. Les segments de routes ou chemins abandonnés pourraient cependant être conservés et entretenus par l'APS.	o			o		o							
45	Le drainage naturel sera restauré et, au besoin, des fossés seront creusés pour assurer un bon drainage du terrain.	o			o		o							
46	Pendant les travaux, des avis à l'égard de la navigation seront diffusés via la Garde côtière canadienne.													
47	Les bidons ou récipients contenant des hydrocarbures ou autres produits dangereux seront placés à plus de 60 m de la rive des cours d'eau et plans d'eau, et seront entreposés dans un bac ou entre des bermes ayant la capacité de recueillir 110 % des réserves entreposées.			o	o		o		o					
48	Le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail seront limités au minimum afin de respecter la topographie naturelle et ainsi prévenir l'érosion et l'émission de particules en suspension dans les eaux de ruissellement.	o	o		o		o							
49	Le dynamitage sera réalisé selon les bonnes pratiques afin de limiter la fracturation du roc et ainsi la perturbation du réseau d'écoulement des eaux souterraines.													
50	Aucun véhicule ou engin de chantier ne sera lavé sur place, mis à part les bétonnières et autres équipements servant au transport, au pompage ou à la pose du béton. Les eaux de lavage des équipements et outils utilisés pour le bétonnage seront rejetées à plus de 30 m des rives des cours d'eau et lacs. Dans l'impossibilité de respecter cette distance, une fosse de lavage des bétonnières avec membrane géotextile, sera aménagée et identifiée sur le site. De cette façon, les résidus de béton seront concentrés à un seul endroit et seront déposés dans un conteneur à rebuts de construction et l'eau surnageante pourrait potentiellement être recyclée dans le processus de fabrication.													
51	Un bassin de rétention-sera aménagé sous les réservoirs de diesel alimentant les génératrices du site afin de récupérer tout produit pétrolier résultant d'un éventuel déversement ou fuite des réservoirs.			o	o		o		o					
52	Des conteneurs identifiés et dédiés seront installés pour la récupération des divers matériaux et rebuts de construction. Les conteneurs seront transportés régulièrement vers les lieux de recyclage, de récupération ou d'enfouissement autorisés. Les matières dangereuses résiduelles (huiles usées, filtres usés, etc.) seront entreposées dans des contenants appropriés, identifiés adéquatement, et éliminées par une firme spécialisée.			o	o		o		o					
53	L'approvisionnement en carburant se fera à l'extérieur du site, ou avec des camions de service adéquatement équipés advenant la nécessité de le faire sur le site. Une panne sera positionnée sous les points de transfert durant le ravitaillement afin d'éliminer tout égouttement sur le sol.			o	o		o		o					
54	Une caractérisation de la qualité environnementale des eaux souterraines sera effectuée sur tous les secteurs du site où des activités susceptibles d'avoir contaminé les eaux souterraines auront eu lieu. Advenant le cas où l'eau souterraine se trouvait contaminée à certains endroits, des mesures seraient prises afin de rétablir la qualité environnementale des eaux souterraines du secteur.								o					
55	Limiter le fonctionnement à l'arrêt (« idle ») des équipements motorisés. Tous les équipements électriques ou mécaniques non utilisés devront être éteints, incluant également les camions en attente d'un chargement excédant 5 minutes.									o	o			
56	Utilisation d'équipement, de normes de construction et d'aménagement, de mode d'opération et de procédures visant l'efficacité énergétique.									o				

Mesures d'atténuation proposées

		Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture	Fermeture
		Végétation terrestre et riveraine	Végétation marine et herbiers intertidaux	Invertébrés benthiques et nectoniques (eau douce)	Invertébrés benthiques et nectoniques (eau marine)	Poissons (eau douce)	Poissons (eau marine)	Mammifères marins	Oiseaux	Faune terrestre	Utilisation du territoire et des ressources par les premières nations	Patrimoine naturel et culturel (premières nations)	Utilisation du territoire par les communautés locales et régionales	Risques pour la santé humaine	Visuel	Patrimoine naturel et culturel
57	Lorsque réalisable, fournir l'énergie électrique aux navires à quai à partir du réseau terrestre et réduire/éteindre les génératrices embarquées.	O		O		O			O	O						
58	Avant le début du chantier, baliser les limites des terrassements projetés et des accès, identifier les zones de déboisement et de décapage des sols ainsi que les zones de coupage à ras de terre de manière à minimiser les superficies à déboiser. Si requis, l'eau s'écoulant dans les ornières devra être détournée vers une zone de végétation localisée à au moins 30 m d'un cours d'eau.								O	O						
59	Mettre en place un programme de sensibilisation des utilisateurs de machinerie afin d'éviter les claquements de bennes, la chute d'objets d'une hauteur élevée et l'optimisation des méthodes de travail.			O		O			O	O	O		O	O		
60	La circulation des véhicules devra se faire à vitesse réduite afin de limiter les émissions de bruit, de vibrations et de poussières ainsi que pour des raisons de sécurité.								O	O	O		O	O		
61	Tous les équipements résidant aux chantiers, excluant les équipements de passage (p. ex. camions artisans 10 roues) ou les équipements utilisés sur de courtes périodes, seront munis d'alarme de recul à bruit blanc. Les alarmes de recul devront respecter les critères mentionnés à l'article 3.10.12 du Code de sécurité de la CSST.								O	O	O		O	O		
62	L'utilisation de frein moteur devra être proscrite, si possible, à l'intérieur de la zone du chantier.										O		O	O		
63	Les travaux de forage des emboitures et d'enfoncement de pieux par vibration débiteront de façon progressive et continue, sur une période de 20 à 30 minutes, de manière à permettre aux poissons et aux cétacés de s'éloigner de la zone de travaux avant l'atteinte de l'intensité sonore maximale.															
64	De mai à octobre inclusivement, aucun enfoncement de pieux ne sera réalisé durant les heures de noirceur, de brouillard ou de tempête, c'est-à-dire lorsque la surveillance des mammifères marins est impossible.															
65	Advenant la présence importante et récurrente de poissons morts ou blessés à l'intérieur de la zone de travaux (indice d'un niveau de bruit subaquatique trop élevé pour les organismes aquatiques sensibles au bruit), des mesures de réduction du bruit pourraient être requises.															
66	Installer les lumières fixes de manière à éviter les débordements de lumière hors des espaces à éclairer.															
67	Réduire les niveaux de contraste des bâtiments en utilisant des finis avec de faibles niveaux de réflectance et des couleurs s'harmonisant avec les paysages naturels (p. ex. éviter le rouge). Lorsque possible, les structures sur le site seront de couleur foncée pour absorber la réflexion de la lumière.															
68	Limiter le déboisement et conserver le plus de végétation possible pour procurer des écrans visuels.															
69	Minimiser les sources d'ultraviolet, de lumières rouges et blanches.															
70	Porter une attention particulière à l'orientation des lumières fixes dans le secteur des quais et provenant des sources mobiles pour éviter d'éclairer directement vers le Saguenay.								O	O						
71	L'éclairage sera planifié afin d'assurer un niveau de lumière requis pour la sécurité des travailleurs et la sécurité des équipements, tout en minimisant le flux lumineux.													O		
72	Pour les installations temporaires de chantier (bureaux de chantier, routes d'accès, etc.), privilégier les sites déjà déboisés ou perturbés.															
73	Éviter d'enfouir le tronc des arbres et des arbustes de plus de 300 mm de matériaux rapportés dans le cas de travaux de remblai. Lorsque le remblayage sera supérieur à cette limite maximale, il sera nécessaire de laisser une surface libre de matériaux autour du tronc.															
74	Mettre en copeaux (déchiquetage) les résidus ligneux et les utiliser à titre d'amendement pour les travaux de stabilisation de sol lors du réaménagement des zones perturbées ou disposés dans un site autorisé par le MDDELCC. Récupérer le bois ayant une valeur commerciale.	O							O	O						
75	Conserver les conditions de drainage dans les milieux humides contigus aux aires de travail.	O														
76	Exiger des entrepreneurs qu'ils nettoient tous les engins de chantier avant leur arrivée au site des travaux. Ce nettoyage vise à enlever entièrement la boue, les fragments de plantes et les débris visibles qui pourraient être contaminés par des espèces végétales exotiques envahissantes.	O														
77	La machinerie excavatrice, si elle est utilisée à l'intérieur de secteurs touchés par des EVEC, sera nettoyée avant qu'elle soit utilisée à nouveau dans des secteurs non touchés. Le nettoyage sera fait dans des zones non propices à la germination des graines, soit à au moins 50 m des cours d'eau, des plans d'eau, des milieux humides et d'espèces menacées ou vulnérables. Les déchets résultant du nettoyage seront éliminés.	O														
78	Les déblais touchés par des EVEC seront éliminés dans un lieu d'enfouissement technique ou en les enfouissant sur place dans des secteurs qui seront excavés, mais situés à au moins 30 m de cours d'eau, de plans d'eau, de milieux humides ou d'espèces menacées ou vulnérables.	O							O	O						
79	Végétaliser rapidement les aires de travail, les talus aménagés et les surfaces dénudées au fur et à mesure de la réalisation des travaux. Ensemencer avec un mélange de semences approprié afin d'accélérer la reprise végétale afin, entre autres, d'éviter l'établissement d'espèces floristiques exotiques envahissantes. Prévoir des plantations diversifiées comportant un mélange d'essences indigènes feuillues et de conifères présents dans le milieu environnant. Afin d'accélérer la végétalisation, utiliser des espèces de calibres variés, à grand déploiement et à croissance rapide.	O		O		O			O	O					O	
80	Effectuer l'entreposage, le stationnement, le lavage de la machinerie et équipement utilisés à plus de 60 m de tout cours d'eau (incluant le Saguenay) ou plan d'eau et à l'extérieur de tout milieu humide, sauf pour les équipements sur les barges. Dans l'impossibilité de respecter cette distance, des mesures de protection particulières, devant être approuvées au préalable par le MDDELCC, comme des bassins étanches ou des toiles absorbantes, seront appliquées. Une inspection préalable, puis une inspection régulière de la machinerie et des camions utilisés, seront effectuées afin de s'assurer qu'ils sont en bon état, propres et exempts de toute fuite d'hydrocarbures. Les aires précises seront identifiées pour l'entretien et le ravitaillement de la machinerie. Le ravitaillement de la machinerie en hydrocarbures sera effectué sous surveillance constante.															
81	Les activités de construction impliquant le recours à de la machinerie opérant à partir de la zone intertidale seront limitées le plus possible. Certaines opérations en zone littorale pourront être réalisées à partir de barges munies d'une grue ou au moyen d'une barge avec pieux d'ancrage (plateforme auto-élévatrice ou jack-up barge), de sorte à minimiser la circulation en zone intertidale et riveraine. Advenant la nécessité de recourir à de la machinerie circulant en zone intertidale, l'équipement sera converti à l'huile hydraulique végétale.	O		O		O				O						
82	Aucun véhicule et machinerie ne circuleront dans une zone intertidale, un cours d'eau (travers à gué) ou sur la bande riveraine de ces derniers ainsi qu'à l'intérieur de tout milieu humide, excepté dans les secteurs autorisés.			O		O				O						
83	Éviter, lorsque possible, d'effectuer du travail près des cours d'eau lors de fortes pluies.															
84	Le forage avec un équipement à têtes rotatives sera privilégié afin de minimiser le bruit émis dans l'environnement sous-marin. Aucune boue ne sera générée dans l'environnement. Seules des MES provenant de l'usure du roc sous l'action des têtes rotatives seront générées. Ces dernières provenant du roc naturel seront exemptes de contaminants et se dissiperont dans l'environnement sous l'effet des courants.															
85	Lors des travaux de construction en milieu marin, dont les travaux d'installation des pieux et de leurs emboitures, des rideaux de bulles pourraient être utilisés afin de réduire la propagation du bruit subaquatique, si les résultats du suivi sonore subaquatique le recommandent.															
86	Les travaux de bétonnage ou de coulage du ciment seront effectués de manière à éviter tout déversement dans l'environnement.															
87	Pour les équipements sur barge, un bac de rétention est prévu afin d'éviter les déversements dans les milieux aquatique et terrestre.															
88	Il sera interdit de faire détoner des explosifs dans un habitat du poisson ou à proximité qui produisent ou peuvent produire un changement de pression instantané supérieur à 100 kPa dans une vessie natatoire d'un poisson.															
89	Lors des travaux à proximité du Saguenay, une minute avant la mise à feu de la charge principale ou le début du vibrofonçage, de petites charges d'effarouchement (amorces ou cordons détonants de faible longueur) seront déclenchées afin d'éloigner les poissons.															
90	Aucun ravitaillement de navire en hydrocarbures ne sera effectué à partir des plateformes de chargement.															
91	Une surveillance des mammifères marins sera réalisée au cours de la phase de construction des infrastructures maritimes, afin d'assurer un environnement sécuritaire pour les mammifères marins.															
92	Pour les réservoirs hors sol dont le volume totalise 5 000 litres, une digue étanche formant une cuvette de rétention autour du ou des réservoirs devra être installée. Si la cuvette de rétention ne protège qu'un seul réservoir, elle devra être d'une capacité suffisante pour contenir un volume d'au moins 10 % supérieur à la capacité du réservoir. Si la cuvette de rétention protège plusieurs réservoirs, elle devra être d'une capacité suffisante pour contenir un volume de liquides au moins égal à la plus grande des valeurs suivantes : la capacité du plus gros réservoir plus 10 % de la capacité totale de tous les autres réservoirs, ou la capacité du plus gros réservoir augmentée de 10 %.	O		O		O			O	O						

