

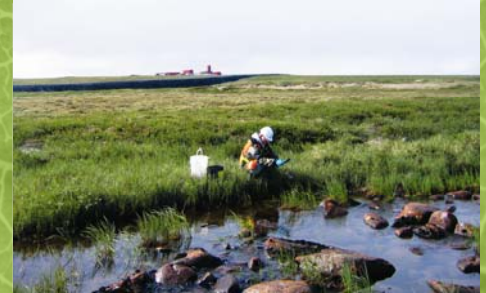


SNC • LAVALIN

RAPPORT FINAL REV. 01

ANALYSE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES DU PROJET DE RELOCALISATION DU GAZODUC LE LONG DE L'AUTOROUTE 40 DANS L'OUEST DE L'ILE DE MONTRÉAL

GazMétro



ENVIRONNEMENT ET EAU

juillet 2013

RAPPORT FINAL-F01

Projet n° 613096



SNC · LAVALIN

ENVIRONNEMENT ET EAU

FINAL REV. 01

juillet 2013
RAPPORT FINAL
N° 613096

Préparé par :

CLAUDE COTE, ING. M.Sc.A.
Chargé de projet

Vérifié par :

ROBERT AUGER, ING., M.Sc.A.
Directeur de projet

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. DEMARCHE GENERALE	1
2. DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET	1
3. IDENTIFICATION DES ELEMENTS SENSIBLES A PROXIMITE	5
4. IDENTIFICATION DES RISQUES EXTERNES	9
4.1 TREMBLEMENTS DE TERRE	10
4.2 INSTABILITE DE TERRAIN	10
4.3 CONDITIONS METEOROLOGIQUES EXCEPTIONNELLES	11
4.4 TRANSPORT AERIEN	11
4.5 TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES.....	11
4.6 ACTIVITES INDUSTRIELLES ET COMMERCIALES.....	12
4.7 ACTES MALVEILLANTS	12
5. IDENTIFICATION DES DANGERS.....	12
5.1 PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU GAZ NATUREL.....	12
5.2 ÉVENEMENTS DANGEREUX PENDANT L'EXPLOITATION.....	12
5.3 ÉVENEMENTS DANGEREUX PENDANT LA CONSTRUCTION	14
6. STATISTIQUES ET HISTORIQUE DES ACCIDENTS	14
6.1 FREQUENCES DES REJETS ACCIDENTELS	14
6.2 REPARTITION DE L'IMPORTANCE DES FUITES	15
6.3 PROBABILITES D'IGNITION.....	15
6.4 CAUSES DES DEFAILLANCES	16
6.5 HISTORIQUE D'ACCIDENTS.....	16
7. ÉVALUATION DES CONSEQUENCES DES SCENARIOS D'ACCIDENTS	16
7.1 QUANTITES-SEUILS DES GUIDES D'ANALYSE DES RISQUES	16
7.2 SCENARIOS D'ACCIDENTS RETENUS	17
7.2.1 Scénario normalisé	17
7.2.2 Scénarios plausibles ou alternatifs.....	17
7.3 LOGICIEL UTILISE	18
7.4 SEUILS D'EFFETS	18
7.5 CONDITIONS DE VENT ET INCLINAISON DE LA FLAMME	19
7.6 RESULTATS DES SIMULATIONS	20

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	Page
7.6.1 Rupture complète du gazoduc (scénario normalisé).....	20
7.6.2 Rupture partielle du gazoduc	23
7.6.3 Rupture complète de la conduite de contournement hors terre à une vanne de sectionnement	24
7.6.4 Rupture complète de la conduite hors terre au poste de détente	25
7.6.5 Traverses	25
7.7 EFFETS POTENTIELS SUR LES ELEMENTS SENSIBLES	26
8. ÉVALUATION DES RISQUES.....	31
8.1 LOGICIEL	31
8.2 DONNEES METEOROLOGIQUES	31
8.3 TAUX DE DEFAILLANCE ET PROBABILITES.....	33
8.4 CRITERES D'ACCEPTABILITE DU RISQUE INDIVIDUEL.....	34
8.5 RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE INDIVIDUEL	35
8.6 CHANGEMENT PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE	36
8.7 GESTION DE LA SECURITE.....	36
RÉFÉRENCES	39

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 3.1	Éléments sensibles à proximité du tracé du gazoduc 9
Tableau 3.2	Résidences et bâtiments à proximité du tracé du gazoduc 9
Tableau 7.1	Seuils utilisés pour les effets potentiels sur la vie 18
Tableau 7.2	Seuils utilisés pour les effets potentiels sur la santé 19
Tableau 7.3	Seuils utilisés pour les effets dominos et les dommages matériels..... 19
Tableau 7.4	Distances maximales des effets - Boule de feu à la suite d'une rupture totale du gazoduc 20
Tableau 7.5	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale du gazoduc..... 22
Tableau 7.6	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture partielle du gazoduc (10 cm)..... 24
Tableau 7.7	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau suite à une rupture partielle du gazoduc (1 cm) 24
Tableau 7.8	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite de la rupture d'une conduite de contournement aux vannes de sectionnement 25
Tableau 7.9	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite de la rupture d'une conduite au poste de détente 25
Tableau 7.10	Distances maximales des effets - Boule de feu à la suite d'une rupture totale d'une traverse 26
Tableau 7.11	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale d'une traverse 26
Tableau 8.1	Distribution du vent en fonction des classes de vitesse – Station Aéroport Montréal-Trudeau (2008 à 2012) 32

LISTE DE FIGURES

	Page
Figure 1.1	Démarche de l'analyse 1
Figure 5.1	Arbre d'événement en cas de rupture majeure 13
Figure 5.2	Arbre d'événement en cas de rupture mineure 14
Figure 6.1	Causes de rupture des pipelines réglementés par l'ONÉ (1991-2009) 16
Figure 7.1	Niveau de radiation en fonction de la distance - Boule de feu à la suite d'une rupture totale du gazoduc (durée maximale de 15 s) 21
Figure 7.2	Niveau de radiation en fonction de la distance - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale du gazoduc (vent fort de 15 m/s) 22
Figure 7.3	Évolution de la distance d'effet correspondant à 3 kW/m ² après la fermeture des vannes – Scénario de rupture totale du gazoduc (vent fort de 15 m/s) 23
Figure 8.1	Distribution du vent en fonction de la direction – Station Aéroport Montréal- Trudeau (2008 à 2012) 32
Figure 8.2	Critères d'acceptabilité du risque pour l'aménagement du territoire 35
Figure 8.3	Profil du risque individuel du gazoduc 36

LISTE DES CARTES

Carte 2.1	Tracé du gazoduc à l'étude 3
Carte 3.1	Utilisation du sol et éléments sensibles 7
Carte 7.1	Distances maximales des effets - Boule de feu à la suite d'une rupture totale du gazoduc 27
Carte 7.2	Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale du gazoduc (vent fort) 29

LISTE DES PHOTOS

Photo 2.1	Aménagement typique d'une vanne de sectionnement 2
Photo 2.2	Aménagement typique d'un poste de détente 5

LISTE DES ANNEXES

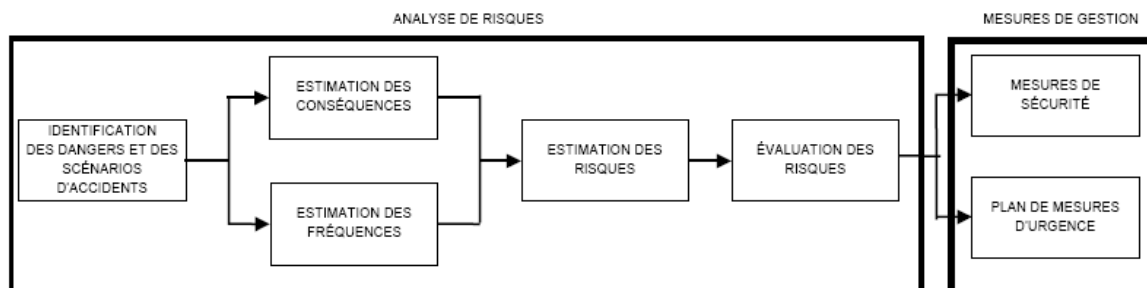
- Annexe A Fiche signalétique du gaz naturel
- Annexe B Historique d'accidents survenus
- Annexe C Répartition de l'importance des fuites
- Annexe D Données sur les scénarios d'accidents

1. DÉMARCHE GÉNÉRALE

L'analyse des risques technologiques d'un projet a pour but d'identifier les accidents majeurs susceptibles de se produire, d'évaluer les conséquences possibles pour la communauté et le milieu et de juger de l'acceptabilité du projet en matière de risques. Elle sert également à identifier les mesures de protection à mettre en place afin d'éviter ces accidents potentiels ou de réduire leur fréquence et leurs conséquences.

La démarche utilisée répond aux exigences du guide d'analyse des risques technologiques majeurs du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MENV, 2002). Les premières étapes consistent à identifier les éléments sensibles du milieu et les dangers externes ainsi qu'à établir un historique des accidents survenus dans le passé pour des projets semblables. Par la suite, les conséquences potentielles de scénarios normalisés et alternatifs sont évaluées s'il y a un potentiel d'accidents majeurs. Si les scénarios d'accidents peuvent affecter les éléments sensibles identifiés, une évaluation additionnelle est effectuée au niveau des fréquences d'occurrence et des risques. Enfin, on précise les mesures de sécurité à mettre en place afin d'éliminer ou de réduire les risques d'accident et on établit un plan de gestion des risques en vue de gérer les risques résiduels qui ne peuvent être éliminés. La figure 1.1 illustre cette démarche.

Figure 1.1 Démarche de l'analyse



Source : MENV, 2002.

2. DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Le projet consiste à reconstruire un tronçon d'un gazoduc de transport de gaz naturel, localisé dans l'emprise de l'autoroute 40 (ou autoroute Félix-Leclerc) dans l'ouest de l'île de Montréal, entre le boulevard Morgan et le boulevard St-Charles. Le tronçon de gazoduc sera toutefois relocalisé au nord de l'autoroute 40, alors qu'il longe actuellement l'autoroute au sud (voir carte 2.1). Le nouveau tracé prévoit que le gazoduc à l'extrémité est et un embranchement à la hauteur de la rue Houde passeront sous l'autoroute 40.

Le nouveau tronçon du gazoduc sera constitué d'une conduite en acier d'un diamètre nominal de 508 mm (20 pouces), d'une longueur totale de 4 281 m et enfouie à une profondeur de 1,1 m. Il sera opéré à une pression maximale de 2 400 kPa.

La conception du gazoduc est élaborée selon la norme CSA Z662-11 : Réseaux de canalisations de pétrole et de gaz. L'épaisseur de paroi du tuyau en acier du gazoduc tient compte des éléments suivants : la pression et la température de conception, la nuance d'acier, le diamètre et le type de joints du tuyau, les contraintes imposées à la conduite durant son installation et son exploitation, ainsi que la classe d'emplacement. La norme prévoit que les classes d'emplacement du gazoduc sont désignées selon l'occupation et la densité de logements situés dans une aire d'évaluation d'au moins 400 m de largeur centrée sur l'axe du tracé projeté, et ce, sur une longueur de 1,6 km. La nouvelle conduite sera située dans un emplacement de classe 4, soit la classe avec le plus haut facteur de sécurité. Compte tenu de tous les facteurs cités précédemment, la conduite aura une paroi de 6,35 mm d'épaisseur.

Le projet prévoit l'installation de deux vannes de sectionnement manuelles afin d'isoler, en cas de besoin, le gaz naturel dans une section réduite du gazoduc. L'une de ces vannes sera localisée sur la bordure nord de l'autoroute 40 à environ 800 m à l'est du boulevard Morgan, et l'autre, sera sur la bordure sud de l'autoroute 40, à environ 400 m à l'ouest du boulevard St-Charles (voir carte 2.1). L'espacement des vannes respecte la norme du Code CSA Z662-11 pour une classe d'emplacement de 4 (espacement maximal de 8 km). La photo 2.1 montre l'aménagement typique d'une vanne de sectionnement. En plus de la vanne de sectionnement, on retrouve une conduite de contournement d'un diamètre nominal de 114 mm, normalement fermée par deux vannes manuelles.

Le projet prévoit également le remplacement d'un poste de détente existant. Ce nouveau poste de détente, localisé à environ 800 m à l'est du boulevard Morgan (voir carte 2.1), permettra de détendre la pression de 2 400 kPa à 400 kPa, et ainsi alimenter le réseau local de distribution de gaz naturel à basse pression. La photo 2.2 montre l'aménagement typique d'un poste de détente. Le poste de détente comportera deux lignes hors terre (une en fonction, l'autre en attente), chacune ayant un régulateur, un filtre et des valves manuelles.

Photo 2.1 Aménagement typique d'une vanne de sectionnement



Carte 2-1

Photo 2.2 Aménagement typique d'un poste de détente

Aux deux extrémités, soit à l'est du boulevard Morgan et à l'ouest du boulevard St-Charles, le nouveau tronçon du gazoduc sera raccordé aux autres tronçons du gazoduc existant.

Conjointement à la reconstruction de ce tronçon de gazoduc, trois nouvelles traverses seront installées sous l'autoroute 40 afin de relier le réseau de distribution à 400 kPa au nord et au sud de l'autoroute. Ces traverses ne seront pas reliées directement au gazoduc de transport le long de l'autoroute 40. Celles-ci seront localisées à la hauteur du chemin des Pins, de l'avenue Lee et de la rue Houde.

3. IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES À PROXIMITÉ

Les éléments sensibles sont ceux qui, en raison de leur proximité, pourraient être affectés par un accident majeur impliquant le gazoduc. Le tracé étant en milieu urbain, il s'agit de la population, des lieux et édifices publics, des infrastructures de service hors terre et des établissements avec des quantités significatives de matières dangereuses. Ces éléments sensibles ont été identifiés à partir de cartes, de bases d'information diverses et de documents émis par les autorités locales (plans d'urbanisme, plan métropolitain d'aménagement et de développement).

Le tableau 3.1 dresse la liste des principaux éléments sensibles du milieu présents dans un corridor de 300 m de chaque côté du tracé du gazoduc relocalisé. Cette distance a été retenue en fonction des résultats des analyses de risques pour des projets similaires. La carte 3.1 permet à la fois de localiser les éléments sensibles répertoriés et de visualiser l'utilisation du sol dans ce corridor. Quant au tableau 3.2, il indique le nombre de résidences et de bâtiments en fonction de la distance latérale par rapport au gazoduc, et ce pour toute la longueur du gazoduc.

Carte 3-1

L'inclusion de ces éléments sensibles dans ces tableaux ne signifie pas nécessairement qu'ils sont suffisamment près du gazoduc pour être affectés en cas d'accident majeur. Les éléments qui pourraient être réellement affectés sont précisés à la section 7.7, après l'étape d'analyse des conséquences.

Tableau 3.1 Éléments sensibles à proximité du tracé du gazoduc

Catégorie	Identification	Distance
École	Académie Marie-Claire	235 m
Garderies	Garderie et centre éducatif Les trésors de Marie-Claire	260 m
	Centre de la petite enfance Deux par Deux	260 m
Parcs	Bassett-Spiers	250 m
	Smiley	200 m
	des Bénévoles	25 m
Infrastructures de services hors terre	Antennes cellulaires (4)	De 61 à 285 m
	Tour télécommunication/cellulaire	204 m
Établissements avec des quantités significatives de matières dangereuses	Station-service Pétro-Canada Kirkland	200 m
	Peintures Solignum (à l'extérieur du corridor de 300 m)	400 m

Tableau 3.2 Résidences et bâtiments à proximité du tracé du gazoduc

Distance du gazoduc	Nombre de résidences	Nombre de bâtiments
0-50 m	2	14
50-100 m	31	19
100-150 m	83	8
150-200 m	125	6
200-250 m	207	5
250-300 m	204	24

4. IDENTIFICATION DES RISQUES EXTERNES

Les risques externes sont les événements d'origine naturelle ou anthropique, sans lien avec le présent projet, susceptibles d'affecter le fonctionnement ou l'intégrité des installations. Ces risques externes sont décrits dans les sections qui suivent. Ils ont été identifiés à partir de cartes, de bases d'information et de documents divers. Il est à noter que certains éléments peuvent être à la fois un élément sensible du milieu et une source de risque externe pour les installations du présent projet.

4.1 Tremblements de terre

La partie est du Canada (Ontario, Québec et provinces maritimes) est située dans une région continentale stable de la plaque tectonique nord-américaine où l'activité sismique est modérée (Landry et Mercier, 1992). La plupart des tremblements de terre dans le monde se produisent près des frontières des plaques tectoniques. La partie est du Canada ne compte pas de telles frontières et les tremblements de terre y sont plutôt provoqués par la réactivation de fractures préexistantes ou par une faiblesse ancienne de l'écorce terrestre. On y retrouve cinq zones présentant une activité sismique relativement plus importante (Ressources naturelles Canada, 2013) :

- l'ouest du Québec;
- le secteur de Charlevoix-Kamouraska;
- le Bas-Saint-Laurent;
- la partie nord des Appalaches;
- le talus laurentien.

La région de Montréal se situe dans la zone sismique de l'ouest du Québec. Cette zone sismique constitue un vaste territoire comprenant la vallée de l'Outaouais depuis Montréal jusqu'au Témiscamingue, ainsi que les régions des Laurentides et de l'Est de l'Ontario. Une activité sismique modérée et continue y est observée, bien qu'on n'ait rapporté très peu de grand séisme par le passé.

Le risque sismique au Canada est défini dans le *Code national du bâtiment du Canada* (CNRC, 2010). Le code utilise les valeurs d'accélération spectrale horizontale avec un amortissement de 5 % pour diverses périodes ainsi que la valeur d'accélération horizontale maximale du sol ayant une probabilité de 2 % d'être dépassées en 50 ans. L'île de Montréal se situe dans une zone d'accélération maximale de 3,2 m/s². Cette activité sismique est comparable à celle qui prévaut dans l'ensemble de la vallée du Saint-Laurent, à l'exception de la zone Charlevoix-Kamouraska dont l'activité est plus élevée.

Les installations du projet seront construites, conformément au *Code national du bâtiment du Canada* qui établit des normes pour chaque zone sismique afin d'assurer que les installations résistent aux surcharges sismiques. Ce risque peut être qualifié de faible.

4.2 Instabilité de terrain

L'instabilité d'un terrain est généralement attribuable à son relief et à la géologie du sol (Landry et Mercier, 1992). Les zones en pente peuvent être à l'origine d'un glissement de terrain lorsque les matériaux en place n'offrent pas une résistance suffisante au cisaillement. Ce phénomène dépend à la fois de l'importance de la pente et de la composition du sol. Certains autres phénomènes d'instabilité du sol, comme les coulées, sont surtout liés à des types de sols particuliers, formés par des matériaux plastiques ou hétérogènes. De plus, les secteurs remblayés avec des matériaux hétérogènes peuvent être sujets à des instabilités du sol suite à des tassements ou des affaissements.

Le gazoduc sera installé dans l'emprise de l'autoroute 40, soit un secteur déjà développé et relativement plat. Le plan métropolitain d'aménagement et de développement ne mentionne pas de contraintes d'utilisation dans ce secteur en regard des instabilités de terrain. Le risque d'instabilité de terrain peut être qualifié de très faible sur toute la longueur du tracé.

4.3 Conditions météorologiques exceptionnelles

Des conditions météorologiques exceptionnelles peuvent se manifester en été par des pluies abondantes, de la grêle, des vents violents et des tornades. En hiver, ces conditions peuvent prendre la forme de chutes de neige abondantes, de vents violents ou de verglas. Ces phénomènes sont causés par des conditions particulières associées à des gradients de température et d'humidité entre différentes masses d'air. Les temps violents sont fréquents en été au Québec et ce sont surtout les régions au sud qui sont touchées.

Les conséquences de ces conditions météorologiques exceptionnelles peuvent être directes ou indirectes. En effet, le vent, les précipitations, la neige et la glace peuvent engendrer des surcharges et ainsi mettre directement en cause l'intégrité des équipements. En plus, ces événements météorologiques peuvent avoir des conséquences indirectes telles des inondations, des instabilités de terrain ou des chutes d'objets. Dans ce projet, les risques liés aux conditions météorologiques exceptionnelles sont toutefois très faibles puisque le gazoduc est enfoui, tandis que les installations hors terre offrent peu de portée pour les surcharges.

4.4 Transport aérien

Les risques d'écrasement d'avions sont plus élevés dans la zone des manœuvres d'atterrissage et de décollage. Pour les gros appareils (plus de 5 700 kg au décollage), cette zone s'étend sur une longueur d'environ 8,5 km à partir de l'extrémité des pistes et sur une largeur de 4 à 5 km à partir des bords des pistes, tandis que pour les petits appareils, cette zone correspond à un cercle de 4 km autour du centre de la piste (De Grandmont, 1994).

Le tracé du gazoduc est éloigné d'environ 7,5 à 11,5 km des pistes de l'aéroport international Montréal-Trudeau. Le transport aérien ne constitue donc pas un risque externe important pour le gazoduc.

4.5 Transport de matières dangereuses

Un accident routier impliquant des matières dangereuses pourrait affecter les installations du gazoduc en raison des radiations thermiques générées par un incendie ou des surpressions générées par une explosion.

Le transport des matières dangereuses ne représente pas un risque pour la conduite puisque celle-ci sera enfouie. Les postes de vanne et de détente seront plus exposés, mais la localisation de ceux-ci légèrement en retrait de l'autoroute (extrémité ouest) ou de l'autre côté de la voie de service (extrémité est) permet d'assurer leur sécurité. Pour ces derniers, le risque est jugé faible.

4.6 Activités industrielles et commerciales

Dans le secteur du gazoduc relocalisé, les entreprises établies le long de l'autoroute 40 sont principalement de type commercial ou industriel léger. Il n'y a pas d'établissements utilisant ou entreposant des quantités importantes de matières dangereuses, à l'exception de la station-service de Pétro-Canada et de Peintures Solignum. La station-service est localisée à environ 40 m de l'extrémité est du gazoduc et d'une station de vanne. Les incendies pouvant survenir à ce type d'établissement ont toutefois une portée limitée. Quant aux installations de la compagnie Solignum, elles sont trop éloignées pour représenter un risque externe pour les installations du gazoduc.

4.7 Actes malveillants

Les actes malveillants représentent des actes de nature intentionnelle, tels le vandalisme, le vol, le sabotage, etc. Pour les installations hors-terre jugées critiques, ces risques seront gérés selon la norme CAN/CSA Z246.1-09 : F09 - Gestion de la sûreté des installations liées à l'industrie du pétrole et du gaz naturel.

5. IDENTIFICATION DES DANGERS

5.1 Propriétés physico-chimiques du gaz naturel

Le gaz naturel est la seule matière dangereuse présente dans ce projet en phase exploitation. La fiche signalétique du gaz naturel peut être consultée à l'Annexe A.

Le gaz naturel possède approximativement la composition suivante : 95,4 % de méthane, 1,8 % d'éthane, 1,9 % d'azote, 0,7 % de dioxyde de carbone et 0,2 % d'autres hydrocarbures simples. Avec une densité relative de 0,58 à 15°C, le gaz naturel est plus léger que l'air et il a tendance à s'élever et se disperser dans l'atmosphère.

Le gaz naturel est inodore et incolore, toutefois un composé odorant (mercaptan) y est ajouté par mesure de précaution afin d'en faciliter la détection. Il n'est pas toxique, mais comme tous les gaz, il peut causer l'asphyxie à des concentrations élevées.

Les principaux dangers du gaz naturel sont l'inflammabilité et la possibilité de former des atmosphères explosives en milieux confinés (limites d'explosivité entre 4,9 % et 14,9 %).

5.2 Événements dangereux pendant l'exploitation

Les événements dangereux qui pourraient se produire sont des fuites de gaz naturel à partir du gazoduc ou de ses installations de surface, de même que des incendies qui pourraient s'ensuivre si le gaz s'enflammait.

Les événements possibles à la suite d'une fuite de gaz naturel sur un gazoduc sont les suivants (voir figures 5.1 et 5.2 pour les ruptures majeures et mineures) :

- une fuite sans ignition, soit la majorité des situations selon les statistiques d'accident (le nuage se disperse alors sans conséquence pour les personnes);
- une boule de feu suivie d'un feu en chalumeau si le gaz s'enflamme immédiatement après une rupture majeure;

- un feu en chalumeau si le gaz s'enflamme immédiatement après une rupture partielle;
- un retour de flamme (feu-éclair) suivi d'un feu en chalumeau à la suite d'une ignition retardée d'une fuite de gaz.

Une boule de feu est un nuage de gaz en flammes d'une forme approximativement sphérique et d'une durée relativement courte. Le nuage de gaz s'élève dans l'atmosphère en brûlant et l'énergie est libérée sous forme de radiation thermique. Cette boule se transforme rapidement en feu en chalumeau qui perd progressivement de son ampleur avec la dépressurisation du gazoduc.

La plupart des ruptures de gazoduc se présentent en fente le long de la conduite, mais une faible proportion de ces événements peut impliquer des morceaux de gazoduc qui se détachent et qui sont projetés. Toutefois, l'enfouissement de la conduite limite la portée des projectiles potentiels.

Les explosions de gaz naturel à l'air libre s'avèrent improbables. Comme le gaz naturel est considérablement plus léger que l'air (densité relative de 0,58), il s'élèvera en cas de fuite et se dispersera au fur et à mesure de son ascension. Ainsi, si aucune structure ou objet n'est situé très près du point de fuite, il n'y a aucun confinement ou encombrement possible, soit la condition essentielle pour la réalisation d'une explosion (INERIS, 1999; AICHE, 2000). Puisque le gazoduc sera situé dans l'emprise de l'autoroute, aucune structure ou objet ne sera localisé à proximité de la conduite, à l'exception des installations de surface associées au gazoduc. Les explosions à l'air libre ne sont donc pas plausibles et ce type d'évènement n'a pas été retenu dans cette analyse.

Figure 5.1 Arbre d'événement en cas de rupture majeure

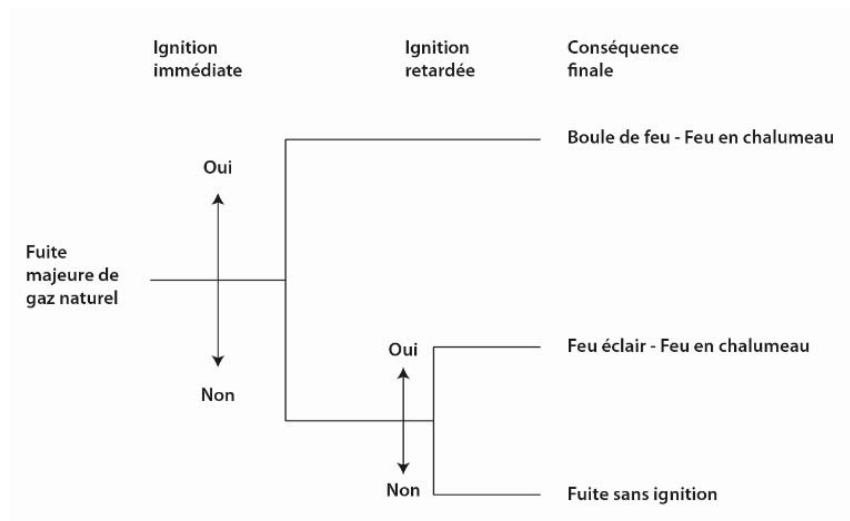
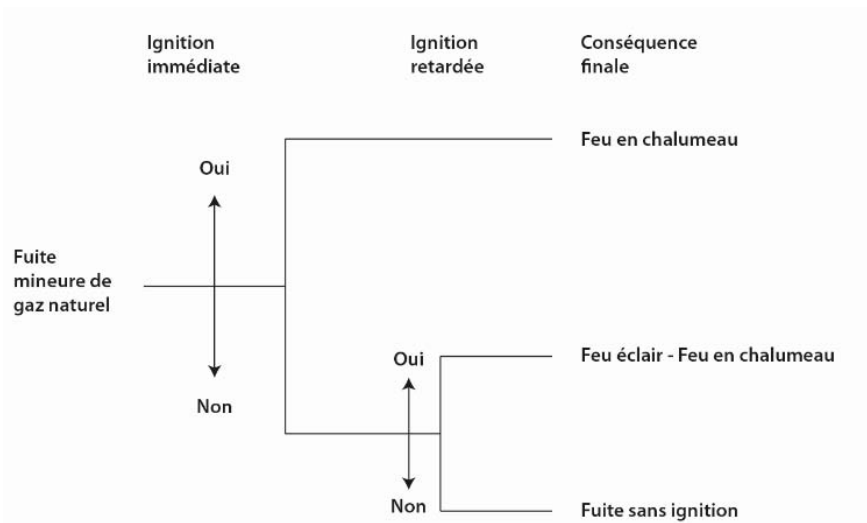


Figure 5.2 Arbre d'événement en cas de rupture mineure



5.3 Événements dangereux pendant la construction

Pendant la construction, les déversements de carburant et d'huile par le matériel roulant, les équipements ou les dépôts sont les principaux événements susceptibles de survenir.

6. STATISTIQUES ET HISTORIQUE DES ACCIDENTS

Les statistiques et l'historique des accidents permettent de mieux préciser la nature des problèmes qui peuvent survenir et d'établir les scénarios d'accidents qui seront utilisés dans l'analyse de risques. Ces informations peuvent aussi servir à améliorer la conception des équipements, à déterminer les systèmes de sécurité requis et à mieux définir le plan de gestion des risques.

6.1 Fréquences des rejets accidentels

Au Canada, c'est l'Office national de l'énergie (ONÉ) qui évalue les indicateurs de sécurité pour les pipelines terrestres soumis au règlement de 1999 sur les pipelines terrestres. Dans le cas des gazoducs, la fréquence rapportée pour une période de 10 années récentes (2000-2009) est de 0,01 rejet/100 km-an (ONÉ, 2011). Pour les cinq dernières années disponibles (2005 à 2009), la fréquence est plus élevée à environ 0,014 rejet/100 km-an, ce qui est comparable à celles rapportées aux États-Unis et en Europe.

Les pipelines aux États-Unis sont réglementés par le Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA). Entre 2007 et 2011, les réseaux de transport de gaz naturel ont subi en moyenne 76 accidents chaque année, soit l'équivalent d'une fréquence de 0,0147 rejet/100 km-an (PHMSA, 2013). Cette fréquence rend compte des accidents qui ont causé des décès, des hospitalisations ou des dommages pour plus de 50 000 \$. Ces statistiques sont également rapportées par FM Global (2009).

Les statistiques des accidents impliquant les gazoducs en Europe sont compilées par l'EGIG (European Gas Pipeline Incident Data Group). Celles-ci indiquent une fréquence similaire à la précédente, soit 0,016 rejet/100 km-an de 2006 à 2010 pour les conduites de transport (EGIG, 2011). De 2007 à 2010, 76 accidents ont été répertoriés par cet organisme. Ces statistiques indiquent une diminution constante au cours des années, bien qu'on observe une tendance à la stabilisation depuis peu. Les statistiques de l'EGIG sont aussi rapportées par International Association of Oil and Gas Producers (OGP, 2010).

Par ailleurs, l'association UKOPA (United Kingdom Onshore Pipeline Operators' Association), qui établit ces statistiques au Royaume-Uni (McConnell et Haswell, 2011), indique pour la période de 2006 à 2010, une fréquence de défaillance de 0,0093 rejet/100 km-an, soit une fréquence significativement inférieure à celles évaluées aux États-Unis et en Europe. Ces statistiques couvrent un réseau qui transporte des substances autres que le gaz naturel dans 5 % des cas.

6.2 Répartition de l'importance des fuites

Selon l'International Association of Oil and Gas Producers (OGP, 2010), l'importance des fuites survenant à des gazoducs de transport en milieu terrestre se distribue comme suit : 14 % de rupture totale et 86 % de rupture partielle, soit respectivement 18 %, 18 % et 50 % pour les fuites grandes (>80 mm), moyennes (20 à 80 mm) et petites (<20 mm).

Selon le Bureau sur la sécurité des transports (BST, 2013), les quantités déversées entre 2002 et 2011 sont habituellement minimales et se répartissent comme suit : moins de 1 m³ dans 83 % des cas, entre 1 et 25 m³ dans 8 % des cas, entre 25 et 1 000 m³ dans 6 % des cas, supérieurs à 1 000 m³ dans 3 % des cas. Ces statistiques concernent toutefois des déversements d'hydrocarbures gazeux et liquides pour des canalisations de transport et autres équipements connexes.

Les statistiques de l'ONÉ au Canada et du PHMSA aux États-Unis ne permettent pas d'établir la répartition de l'importance des fuites.

6.3 Probabilités d'ignition

Pour les réseaux de transport de gaz naturel, la probabilité d'ignition est fortement dépendante de l'importance de la fuite, donc de la pression et du diamètre du gazoduc.

Selon l'EGIG (2011), seulement 4,5 % des fuites de gaz ont subi une ignition pour la période de 1970 à 2010. En fonction de l'importance des fuites, les probabilités d'ignition sont les suivantes :

- Rupture : 10 % pour diamètre <16 pouces et 33 % pour diamètre >16 pouces
- Trou (diamètre > 2 cm et < diamètre de la conduite) : 2 %
- Fissure ou piqûre (diamètre < 2 cm) : 4 %

Les statistiques de l'ONÉ au Canada et du PHMSA aux États-Unis ne permettent pas d'établir les probabilités d'ignition en raison du type d'informations rapportées.

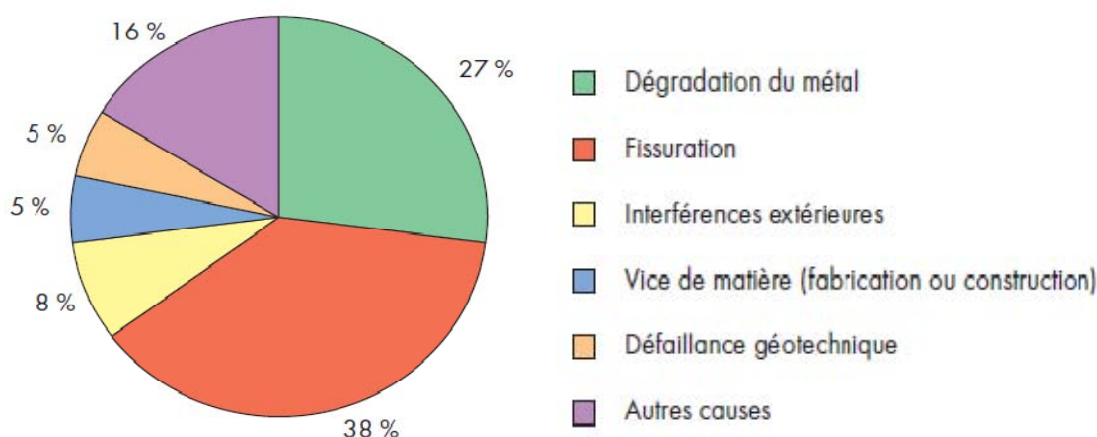
6.4 Causes des défaillances

La figure 6.1 indique les causes de rupture pour les pipelines réglementés par l'Office national de l'énergie (ONÉ, 2011). Ces statistiques couvrent l'ensemble des pipelines, incluant ceux qui transportent des substances autres que le gaz naturel (près de 80 % sont des gazoducs).

La corrosion, qui comprend la fissuration et la dégradation du métal, a été la cause de rupture des pipelines dans 65% des cas. Les interférences extérieures et les défaillances géotechniques représentent respectivement 8 et 5 % des causes.

Une comparaison a été établie entre les données de l'ONÉ et celles rapportées par d'autres administrations (ONÉ, 2011). Des comparaisons exactes ont toutefois été difficiles à établir, en raison des critères de signalement différents et des différences de vocation des pipelines. Il ressort toutefois de cette comparaison que les bris causés par des interférences extérieures sont beaucoup plus fréquents en Europe et aux États-Unis. Les densités du réseau de pipelines et de population expliquent cette différence.

Figure 6.1 Causes de rupture des pipelines réglementés par l'ONÉ (1991-2009)



6.5 Historique d'accidents

Une liste des principaux accidents survenus sur des gazoducs au Canada et aux États-Unis peut être consultée à l'Annexe B. Cette liste a été limitée aux 20 dernières années.

7. ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS

7.1 Quantités-seuils des guides d'analyse des risques

Les guides méthodologiques d'analyse des risques technologiques (MENV, 2002; CRAIM, 2007; EPA, 1999) incluent des listes de matières dangereuses avec des quantités-seuils pour indiquer un potentiel d'accidents majeurs et la nécessité de réaliser une analyse de risques. Le méthane, dont le gaz naturel est principalement composé, apparaît sur les listes de ces guides. La quantité-seuil indiquée est de 4,5 tonnes, soit une quantité qui sera excédée dans le cas du présent projet. Le gaz naturel n'est toutefois pas présent sur un site, mais réparti le long de la conduite.

7.2 Scénarios d'accidents retenus

Les scénarios d'accident identifiés dans cette analyse sont basés sur le retour d'expérience (historique et statistiques des accidents) et une identification des dangers (de type What If ?) réalisée dans le cadre d'autres projets du même type.

7.2.1 Scénario normalisé

Selon les guides méthodologiques en analyse de risques, le scénario normalisé est défini comme le scénario d'accident dont les conséquences sont parmi les plus pénalisantes en tenant compte des mesures de protection passive, mais pas des mesures de protection active.

Sur la base de cette définition, le scénario suivant a été retenu :

- Rupture complète du gazoduc, avec le gaz qui fuit à plein diamètre, en jet double (c'est-à-dire des deux côtés de la rupture), suivie d'une ignition.

7.2.2 Scénarios plausibles ou alternatifs

Un scénario d'accident alternatif est défini comme un scénario plus plausible et ayant une probabilité plus élevée de se produire comparativement au scénario normalisé. Les mesures de protection actives peuvent être prises en compte dans ce scénario.

Les scénarios alternatifs suivants ont été retenus afin de représenter les accidents plausibles qui pourraient survenir :

- rupture partielle du gazoduc, avec le gaz qui fuit par une brèche d'un diamètre de 10 cm, suivie d'une ignition;
- rupture partielle du gazoduc, avec le gaz qui fuit par une brèche d'un diamètre de 1 cm, suivie d'une ignition;
- rupture complète de la conduite de contournement hors-terre à une vanne de sectionnement, avec le gaz qui fuit à plein diamètre, suivie d'une ignition;
- rupture complète de la conduite hors-terre au poste de détente, avec le gaz qui fuit à plein diamètre, suivie d'une ignition.

Au-delà d'une certaine dimension, les brèches d'un gazoduc sont instables et tendent à provoquer une rupture complète de la conduite. C'est la raison pour laquelle un scénario de fuite avec une brèche maximale d'un diamètre de 10 cm a été retenu pour représenter les catégories d'événements n'impliquant pas de rupture complète.

Typiquement, le taux de fuite d'une rupture majeure diminue très rapidement dans les premières secondes lorsque le gazoduc se dépressurise à proximité de la rupture, puis celui-ci devient presque stable par la suite. Pour les ruptures partielles, le taux de fuite diminue beaucoup plus lentement.

7.3 Logiciel utilisé

Les conséquences physiques des scénarios d'accidents ont été simulées à l'aide de la version 7.0 du logiciel PHAST (Process Hazards Analysis Software Tools) de la firme DNV. Cette firme est un des chefs de file mondiale dans le domaine de l'évaluation des risques, de la sécurité, de l'environnement et des calculs de conséquences d'accident. Le logiciel PHAST a été rigoureusement validé et vérifié.

PHAST est un logiciel intégré d'analyse des conséquences d'accidents technologiques qui comporte les modèles suivants : rejets liquides, gazeux et biphasiques; modèle de jet et d'aérosol; dispersion gaussienne, gaz lourds et hybrides; formation de nappes liquides et évaporation; radiations thermiques pour divers types d'incendies; surpression pour divers types d'explosions. PHAST inclut entre autres le modèle GASPIPE, lequel modélise l'écoulement d'un gaz dans une longue conduite à la suite d'une rupture accidentelle.

Les propriétés physico-chimiques et thermodynamiques des produits sont incluses dans PHAST et proviennent de la banque de données DIPPR (Design Institute for Physical Property) de l'Institut américain de génie chimique.

7.4 Seuils d'effets

Les seuils d'effets représentent les niveaux à partir desquelles des effets sur la vie et la santé pourraient être observés au sein de la population exposée. Les seuils utilisés dans cette étude pour évaluer les effets potentiels sur la vie et la santé correspondent aux valeurs recommandées dans les guides techniques en analyse des risques technologiques (MENV, 2002; CRAIM, 2007; MEDD, 2004).

Les zones liées aux effets sur la vie ont été évaluées avec les seuils présentés au tableau 7.1. Ces seuils représentent une probabilité de décès de l'ordre de 1 %. Des seuils spécifiques sont établis pour les phénomènes à cinétique rapide comme la boule de feu et les phénomènes de plus longue durée comme le feu en chalumeau. Les seuils servant à évaluer les distances maximales auxquelles il y a des effets potentiels sur la santé sont présentés au tableau 7.2.

Tableau 7.1 Seuils utilisés pour les effets potentiels sur la vie

Type d'évènement	Seuil	Définition
Feu en chalumeau (radiations thermiques)	13 kW/m ²	Ce seuil pourrait entraîner un décès après une exposition de 30 secondes (MENV, 2002).
Boule de feu (radiations thermiques)	25 kW/m ²	Ce seuil est plus élevé étant donné que l'évènement dure moins de 30 secondes (MENV, 2002).

Tableau 7.2 Seuils utilisés pour les effets potentiels sur la santé

Type d'évènement	Seuil	Définition
Feu en chalumeau (radiations thermiques)	3 kW/m ²	Ce seuil correspond au seuil des effets irréversibles (MEDD, 2004).
Feu en chalumeau (radiations thermiques)	5 kW/m ²	Ce seuil correspond à une possibilité de brûlure au deuxième degré après une exposition de 40 secondes (MENV, 2002).

Pour des phénomènes de courte durée (cinétique rapide) comme dans le cas des boules de feu, le ministère de l'Écologie et du Développement durable en France (MEDD, 2004) recommande d'utiliser des charges thermiques plutôt que des flux thermiques constants. Les critères recommandés sont de 1 000 et 600 ((kW/m²)^{4/3}).s respectivement pour les premiers effets létaux et les effets irréversibles sur la santé. Pour une exposition de 15 secondes, soit la durée maximale d'une boule de feu dans le cas du présent projet, ceci correspond à des flux thermiques de 23 et 16 kW/m² respectivement.

Les seuils retenus pour définir les effets dominos potentiels et les dommages matériels sont ceux définis par le MEDD et prescrits par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 du gouvernement français (MEDD 2004, 2005). Ces critères sont présentés au tableau 7.3.

Tableau 7.3 Seuils utilisés pour les effets dominos et les dommages matériels

Type d'évènement	Seuil	Définition
Feu en chalumeau (radiations thermiques)	5 kW/m ²	Seuil de destruction significative des vitres pour une exposition prolongée (dommages mineurs).
	8 kW/m ²	Seuils des effets dominos.
	16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structure de béton (dommages majeurs).

7.5 Conditions de vent et inclinaison de la flamme

La modélisation des effets d'un feu en chalumeau, dans le cas du scénario de rupture complète ou partielle du gazoduc souterrain, tient compte de la formation d'un cratère et d'un jet vertical émanant de ce cratère, ce qui correspond à la géométrie typique d'un tel feu dans les situations réelles de rupture de gazoduc.

Le feu en chalumeau vertical peut s'incliner en fonction du vent et provoquer des radiations thermiques plus élevées dans l'axe d'inclinaison de la flamme. Pour tenir compte de ce phénomène, trois vitesses de vent ont été retenues dans les simulations : un vent faible de 1,5 m/s, un vent moyen de 3,5 m/s et un vent très fort de 15 m/s. Selon les données disponibles à la station météorologique de l'aéroport Montréal-Trudeau, le vent est inférieur à 15 m/s environ 99,9 % du temps, en excluant les coups de vent et les rafales.

Afin de tenir compte de l'effet du vent, une approche alternative basée sur une flamme avec un angle de 45° a été vérifiée. Les résultats étant très similaires à ceux obtenus avec l'approche précédente, celle-ci n'a pas été retenue.

7.6 Résultats des simulations

7.6.1 Rupture complète du gazoduc (scénario normalisé)

Tel qu'indiqué à la section 7.2.1, le scénario normalisé consiste en la rupture complète du gazoduc avec une fuite des deux côtés de la rupture, suivie d'une ignition immédiate.

Dans la première partie de ce scénario, il y a une dépressurisation très rapide de la conduite au niveau de la rupture, ce qui provoque une éjection violente du gaz. Durant les 15 premières secondes, le débit de fuite chute d'environ 85 %, pour ensuite diminuer beaucoup plus lentement.

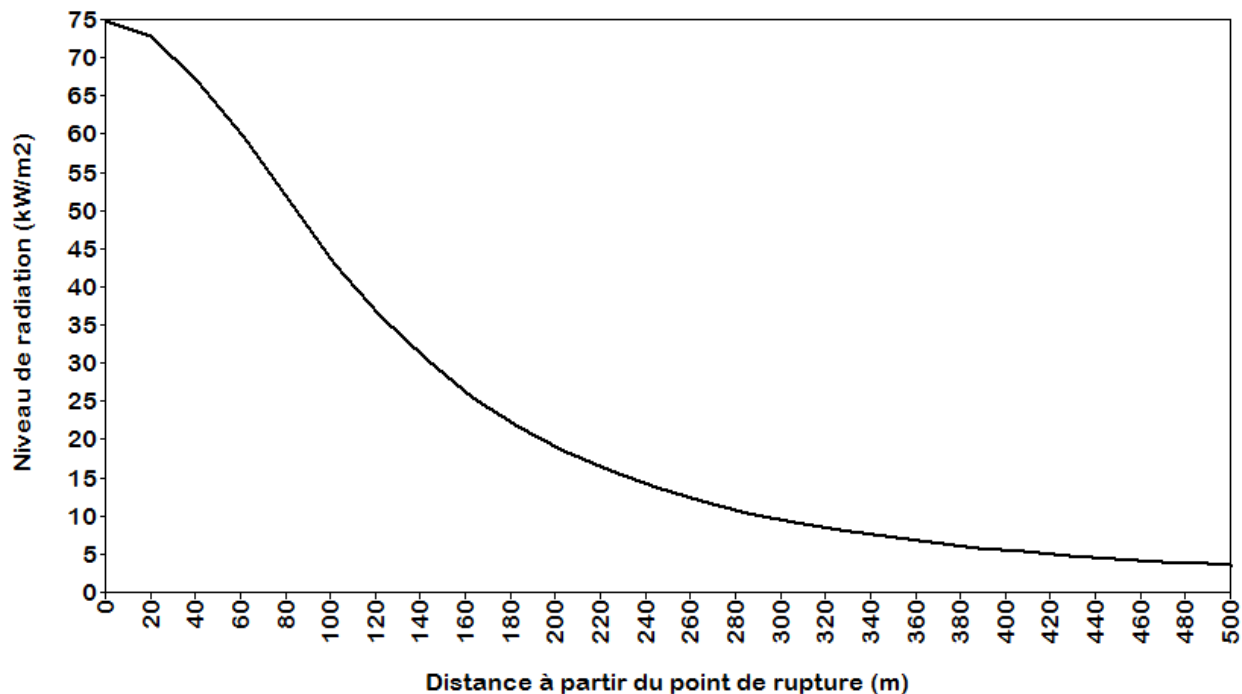
L'éjection violente du gaz dans les premières secondes provoque une boule de feu. Le tableau 7.4 indique les distances maximales qui seraient obtenues en fonction des seuils d'effets indiqués à la section 7.4. La figure 7.1 illustre les niveaux de radiation thermique en fonction de la distance à partir du point de rupture.

Sur la base des critères du MDDEFP, une distance de 165 m serait observée pour les effets sur la vie. Sur la base des critères du MEDD, une distance de 175 m est obtenue pour les effets sur la vie et de 225 m pour les effets sur la santé.

Tableau 7.4 Distances maximales des effets - Boule de feu à la suite d'une rupture totale du gazoduc

Effets sur la vie – Seuil du MDDEFP	Effets sur la vie et la santé – Seuils du MEDD	
25 kW/m ² (vie)	23 kW/m ² (vie)	16 kW/m ² (santé)
165 m	175 m	225 m

Figure 7.1 Niveau de radiation en fonction de la distance - Boule de feu à la suite d'une rupture totale du gazoduc (durée maximale de 15 s)



Dans la seconde partie de ce scénario, la fuite est alimentée par le gaz provenant de l'amont et l'aval du point de rupture au fur et à mesure que la dépressurisation se poursuit. Le débit diminue beaucoup moins rapidement dans cette seconde partie et la boule de feu initiale devient un feu chalumeau.

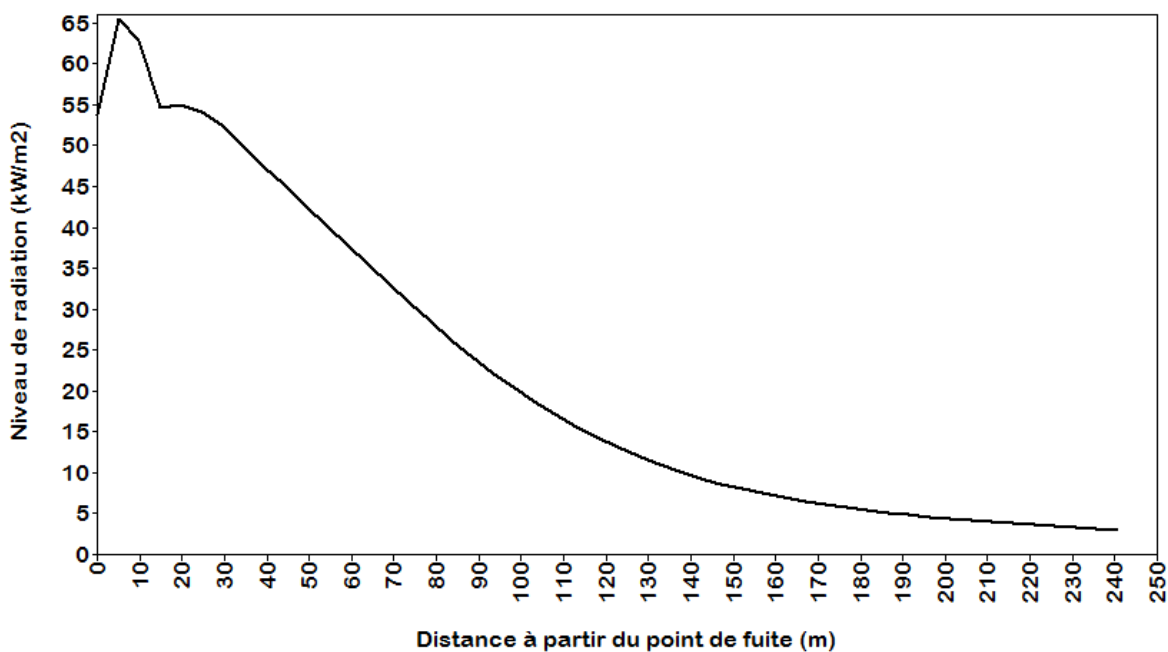
Le tableau 7.5 indique les distances maximales pour les seuils d'effet définis à la section 7.4, tandis que la figure 7.2 représente le niveau de radiation thermique maximale en fonction de la distance à partir du point de fuite (vitesse du vent de 15 m/s). Dans cette seconde partie du scénario, les effets sur la vie et la santé sont limités respectivement à des distances de 125 et 240 m en cas de vents forts. Si les vents sont faibles, ces distances diminuent, car la flamme ne subit pas une inclinaison significative et demeure presque verticale. Les distances pour les effets sur la vie et la santé sont alors respectivement de 25 et 200 m. Les dommages matériels sont limités à une distance de 190 m pour les dommages mineurs et 110 m pour les dommages majeurs lorsque le vent est fort.

Tableau 7.5 Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale du gazoduc

Vitesse du vent	Effets sur la vie et la santé			Dommages matériels et effets dominos		
	13 kW/m ² (vie)	5 kW/m ² (santé)	3 kW/m ² (santé)	16 kW/m ² (majeurs)	8 kW/m ² (effets dominos)	5 kW/m ² (mineurs)
15 m/s	125 m	190 m	240 m	110 m	150 m	190 m
3,5 m/s	70 m	165 m	220 m	55 m	120 m	165 m
1,5 m/s	25 m	140 m	200 m	na	85 m	140 m

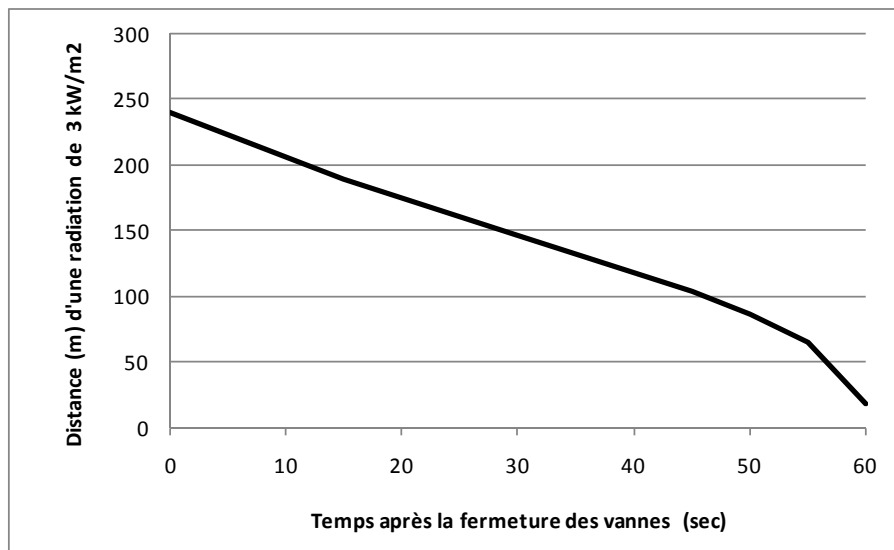
Note : Distances dans l'axe d'inclinaison de la flamme.
na : non atteint.

Figure 7.2 Niveau de radiation en fonction de la distance - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale du gazoduc (vent fort de 15 m/s)



En cas de rupture totale, le feu en chalumeau peut durer longtemps, bien que son intensité puisse diminuer lentement au fur et à mesure que le gazoduc se dépressurise. Le nouveau tronçon du gazoduc sera toutefois pourvu de deux vannes de sectionnement manuelles, localisées pratiquement aux deux extrémités du nouveau tronçon du gazoduc. Après la fermeture de celles-ci, le feu en chalumeau s'arrête très rapidement après environ 60 secondes, tel qu'illustré à la figure 7.3.

Figure 7.3 Évolution de la distance d'effet correspondant à 3 kW/m^2 après la fermeture des vannes – Scénario de rupture totale du gazoduc (vent fort de 15 m/s)



7.6.2 Rupture partielle du gazoduc

Ce scénario représente une rupture partielle du gazoduc avec le gaz qui fuit par une brèche d'un diamètre de 10 cm ou 1 cm, suivie d'une ignition. Ce scénario n'entraîne pas la formation d'une boule de feu, mais génère un feu en chalumeau vertical.

Pour le scénario de rupture partielle avec un diamètre de 10 cm, le tableau 7.6 indique les distances maximales pour les seuils d'effet retenus. Les effets sur la vie et la santé sont limités respectivement à des distances de 45 et 85 m en cas de vents forts. Si les vents sont faibles, ces distances diminuent et la distance pour les effets sur la santé est de 60 m. Les dommages matériels mineurs sont limités à une distance maximale de 70 m pour des conditions de vents forts.

Pour le scénario de rupture partielle avec un diamètre de 1 cm, les distances maximales des effets sont résumées au tableau 7.7. Dans tous les cas, la distance maximale ne dépasse pas 10 m.

Tableau 7.6 Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture partielle du gazoduc (10 cm)

Vitesse du vent	Effets sur la vie et la santé			Dommages matériels et effets dominos		
	13 kW/m ² (vie)	5 kW/m ² (santé)	3 kW/m ² (santé)	16 kW/m ² (majeurs)	8 kW/m ² (effets dominos)	5 kW/m ² (mineurs)
15 m/s	45 m	70 m	85 m	40 m	55 m	70 m
3,5 m/s	20 m	50 m	70 m	15 m	35 m	50 m
1,5 m/s	na	40 m	60 m	na	20 m	40 m

Note : Distances dans l'axe d'inclinaison de la flamme.
na : non atteint.

Tableau 7.7 Distances maximales des effets - Feu en chalumeau suite à une rupture partielle du gazoduc (1 cm)

Vitesse du vent	Effets sur la vie et la santé			Dommages matériels et effets dominos		
	13 kW/m ² (vie)	5 kW/m ² (santé)	3 kW/m ² (santé)	16 kW/m ² (majeurs)	8 kW/m ² (effets dominos)	5 kW/m ² (mineurs)
15 m/s	7 m	8,5 m	10 m	6,5 m	8 m	8,5 m
3,5 m/s	na	5,5 m	8 m	na	3,5 m	5,5 m
1,5 m/s	na	3 m	6 m	na	na	3 m

Note : Distances dans l'axe d'inclinaison de la flamme.
na : non atteint.

7.6.3 Rupture complète de la conduite de contournement hors terre à une vanne de sectionnement

À chaque vanne de sectionnement, une conduite de contournement hors terre d'un diamètre de 114 mm est reliée au gazoduc. Entre le gazoduc enfoui et les valves de fermeture, situées à environ 300 mm au-dessus du sol, la conduite est verticale et contient toujours du gaz naturel à la pression d'opération.

Pour une rupture complète de cette conduite, le tableau 7.8 indique les distances maximales pour les seuils d'effet définis à la section 7.4.

Tableau 7.8 Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite de la rupture d'une conduite de contournement aux vannes de sectionnement

Vitesse du vent	Effets sur la vie et la santé			Dommages matériels et effets dominos		
	13 kW/m ² (vie)	5 kW/m ² (santé)	3 kW/m ² (santé)	16 kW/m ² (majeurs)	8 kW/m ² (effets dominos)	5 kW/m ² (mineurs)
15 m/s	50 m	75 m	95 m	45 m	65 m	75 m
3,5 m/s	20 m	60 m	80 m	15 m	40 m	60 m
1,5 m/s	na	45 m	70 m	na	25 m	45 m

Note : Distances dans l'axe d'inclinaison de la flamme.
na : non atteint.

7.6.4 Rupture complète de la conduite hors terre au poste de détente

Les installations du poste de détente sont hors terre. À l'entrée du poste, la conduite verticale devient horizontale puis se dédouble en deux lignes identiques, dont une seule est en opération. Jusqu'au régulateur, les conduites opèrent à une pression maximale de 2 400 kPa et possèdent un diamètre nominal de 114 mm.

Pour une rupture complète de la conduite horizontale hors terre, le tableau 7.9 indique les distances maximales des effets. Puisque la fuite est horizontale, les distances sont moins dépendantes de la vitesse du vent. Par conséquent, le tableau indique uniquement les résultats obtenus avec la vitesse de vent la plus élevée.

Tableau 7.9 Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite de la rupture d'une conduite au poste de détente

Vitesse du vent	Effets sur la vie et la santé			Dommages matériels et effets dominos		
	13 kW/m ² (vie)	5 kW/m ² (santé)	3 kW/m ² (santé)	16 kW/m ² (majeurs)	8 kW/m ² (effets dominos)	5 kW/m ² (mineurs)
15 m/s	92 m	100 m	110 m	90 m	95 m	100 m

Note : Distances dans la direction de la flamme.

7.6.5 Traverses

Le projet comporte 3 traverses sous l'autoroute 40 par des conduites en plastique d'un diamètre nominal de 219 mm, opérant à une pression de 400 kPa. Ces traverses serviront à relier le réseau de distribution au nord de l'autoroute à celui au sud de l'autoroute.

Les tableaux 7.10 et 7.11 résument respectivement les conséquences de la boule de feu initiale et du feu en chalumeau successif pour un scénario de rupture totale. Les distances maximales pour les divers seuils d'effet retenus sont relativement faibles en raison de la basse pression d'opération de ces conduites.

Tableau 7.10 Distances maximales des effets - Boule de feu à la suite d'une rupture totale d'une traverse

Effets sur la vie – Seuil du MDDEFP	Effets sur la vie et la santé – Seuils du MEDD et du HSE	
25 kW/m ² (vie)	23 kW/m ² (vie)	16 kW/m ² (santé)
45 m	50 m	60 m

Tableau 7.11 Distances maximales des effets - Feu en chalumeau à la suite d'une rupture totale d'une traverse

Vitesse du vent	Effets sur la vie et la santé			Dommages matériels et effets dominos		
	13 kW/m ² (vie)	5 kW/m ² (santé)	3 kW/m ² (santé)	16 kW/m ² (majeurs)	8 kW/m ² (effets dominos)	5 kW/m ² (mineurs)
15 m/s	38 m	50 m	58 m	35 m	43 m	50 m
3,5 m/s	16 m	38 m	49 m	10 m	27 m	38 m
1,5 m/s	na	28 m	43 m	na	14 m	28 m

Note : Distances dans l'axe d'inclinaison de la flamme.
na : non atteint.

7.7 Effets potentiels sur les éléments sensibles

En fonction des résultats des conséquences potentielles, la présente section identifie les éléments sensibles répertoriés au chapitre 3 qui pourraient être affectés par une fuite et un incendie alimenté par le gaz naturel.

Pour une boule de feu lors d'une rupture totale du gazoduc, environ 344 résidences et 50 bâtiments tout le long du tracé se situent dans la zone définie par une radiation de 16 kW/m² (distance de 225 m pour les effets sur la santé), alors qu'environ 178 résidences et 44 bâtiments se situent dans la zone définie par une radiation de 23 kW/m² (distance de 175 m pour les effets sur la vie). Pour un feu en chalumeau lors d'une rupture totale du gazoduc avec présence de vents forts, un maximum de 407 résidences et 51 bâtiments le long du tracé se situent dans la zone définie par une radiation de 3 kW/m² (distance de 240 m pour les effets sur la santé), un maximum de 216 résidences et 46 bâtiments se situent dans la zone définie par une radiation de 5 kW/m² (distance de 190 m pour les effets sur la santé), alors qu'un maximum de 75 résidences et 37 bâtiments se situent dans la zone définie par 13 kW/m² (distance de 125 m pour les effets sur la vie). Les cartes 7.1 et 7.2 montrent les secteurs potentiellement affectés par les conséquences d'une rupture totale du gazoduc.

Carte 7-1

Carte 7-2

Le nombre exact de résidences et de bâtiments réellement affectés lors d'un accident dépend du lieu de la rupture totale du gazoduc. Par exemple dans le quartier au nord de l'intersection du chemin Ste-Marie et du chemin de l'Anse-à-l'Orme, soit le quartier le plus près et le plus peuplé le long du tracé, c'est environ 30 résidences qui seraient dans la zone correspondante à 13 kW/m² et environ 150 résidences se situeraient dans la zone correspondante à 3 kW/m², et ce, en supposant un vent très fort soufflant vers le nord. Dans la majeure partie du tracé, les distances maximales correspondantes aux effets potentiels sur la vie n'atteindraient pas les zones résidentielles.

Le seul établissement sensible localisé dans les zones potentiellement affectées en cas d'accidents majeurs est l'Académie Marie-Claire, localisée à la limite du seuil de 3 kW/m². La garderie et centre éducatif ainsi que le centre de la petite enfance sont tous les deux situés à l'extérieur de cette limite.

La présence de matières dangereuses en quantités significatives à proximité se limite à la station Pétro-Canada. Cet établissement se situe à l'intérieur de la distance définie pour les effets dominos (8 kW/m²), mais les réservoirs de carburant y sont souterrains, donc à l'abri. Les installations de Peintures Solignum sont trop éloignées pour être affectées par un accident au nouveau gazoduc.

8. ÉVALUATION DES RISQUES

Le risque individuel est défini comme étant le niveau de risque (probabilité de décès/an) subi par un individu situé en tout temps à un endroit précis à proximité de la source de risque. Le risque spécifique à un accident est la combinaison de sa fréquence d'occurrence et de sa conséquence. Le risque individuel est calculé en considérant tous les scénarios d'accidents susceptibles de se produire. Les niveaux de risque individuel sont rapportés sous forme d'isocontours présentant la répartition géographique du risque.

8.1 Logiciel

Le niveau de risque associé au gazoduc a été évalué à l'aide du logiciel SAFETI (Software for Assessment of Fire, Explosion and Toxic Impact, version 6.7) de la firme DNV. Le logiciel utilise les résultats de l'analyse des conséquences réalisée avec PHAST et y intègre la localisation des équipements, les fréquences d'occurrence des accidents, ainsi que les diverses probabilités comme la vitesse et la direction du vent. Les radiations thermiques sont traduites en probabilités de décès via l'utilisation de critères de vulnérabilité.

8.2 Données météorologiques

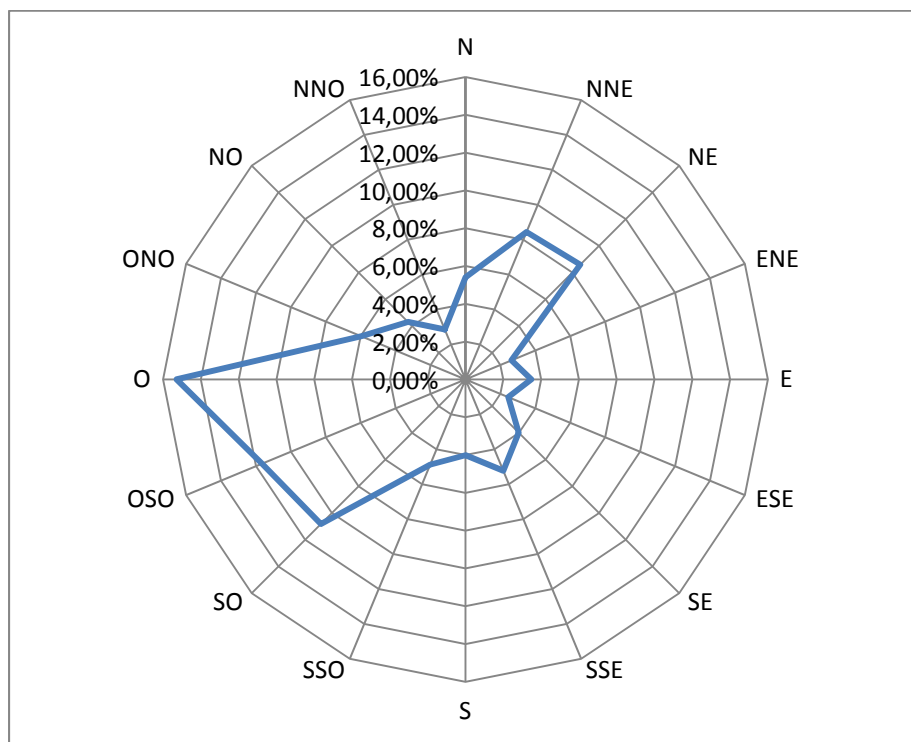
Les conditions météorologiques influencent les conséquences d'un accident impliquant une matière dangereuse et les niveaux de risque autour d'une source. Dans le cas des matières inflammables, ces conditions sont principalement définies en termes de vitesse et direction du vent.

Les données mesurées au cours de cinq années récentes à la station météorologique de l'aéroport Montréal-Trudeau, localisée environ au milieu du tracé, ont été compilées et distribuées selon plusieurs combinaisons de vitesse et direction du vent. Le tableau 8.1 et la figure 8.1 présentent la répartition obtenue en fonction de la vitesse et de la direction du vent.

Tableau 8.1 Distribution du vent en fonction des classes de vitesse – Station Aéroport Montréal-Trudeau (2008 à 2012)

Vitesse (km/h)	%
< 5	8,6
6 - 10	23,9
11 - 15	26,5
16 - 20	19,8
21 - 25	8,6
25 - 30	7,3
30 -35	3,2
>35	2,1

Figure 8.1 Distribution du vent en fonction de la direction – Station Aéroport Montréal-Trudeau (2008 à 2012)



8.3 Taux de défaillance et probabilités

L'évaluation du risque est basée sur les taux de défaillance et les probabilités indiqués au chapitre 6.

Le taux de défaillance retenu est celui tiré des statistiques de l'ONÉ (2011), soit la valeur maximale de 0,014/100 km-an observée pendant la période de 2005 à 2009. Ce taux est comparable à ce qui est rapporté aux États-Unis et en Europe. Puisque ce taux a été déterminé à partir de l'ensemble des gazoducs règlementés par l'ONÉ, certaines particularités du présent projet en termes de localisation et de conception font en sorte que le taux réel pourrait être différent.

- Le présent projet se situe en milieu urbain où la probabilité des incidents provoqués par des tiers lors de travaux est plus élevée. Comme la plupart des gazoducs règlementés par l'ONÉ sont plutôt en milieux rural ou périurbain, le taux de 0,014/100 km-an appliqué au présent projet pourrait être sous-estimé en raison de ce facteur.
- La conception du nouveau gazoduc sera basée sur la classe d'emplacement de niveau 4, soit la classe avec le plus haut facteur de sécurité. Comme la plupart des gazoducs règlementés par l'ONÉ sont d'une classe d'emplacement inférieure, le taux de 0,014/100 km-an appliqué au présent projet pourrait être surestimé en raison de ce facteur.
- Le nouveau gazoduc sera conçu et installé selon des normes récentes plus rigoureuses qu'auparavant. Comme les gazoducs règlementés par l'ONÉ ont parfois été conçus et installés il y a plusieurs années, le taux de 0,014/100 km-an appliqué au présent projet pourrait être surestimé en raison de ce facteur.

La classe d'emplacement plus élevée ainsi que la conception et l'installation selon des normes récentes plus rigoureuses viennent donc contrebalancer la localisation dans un milieu urbain. En considérant l'ensemble des facteurs précédents, il est jugé que le taux de 0,014/100 km-an est représentatif du présent projet.

La probabilité d'ignition utilisée est de 33 % pour les ruptures totales et 4 % pour toutes les ruptures partielles, soit les valeurs rapportées par l'EGIG.

La répartition de l'importance des fuites indiquée dans les statistiques compilées par l'EGIG a été utilisée, mais celle-ci a été adaptée en fonction des causes de ruptures rapportées par l'ONÉ (voir Annexe C). En fonction de cette répartition, les fréquences suivantes ont été utilisées dans l'évaluation du risque :

- rupture totale (6 %) $8,40 \times 10^{-9}/\text{m-an}$
- rupture partielle de 10 cm (13 %) $1,82 \times 10^{-8}/\text{m-an}$
- rupture mineure de 1 cm (81 %) $1,13 \times 10^{-7}/\text{m-an}$

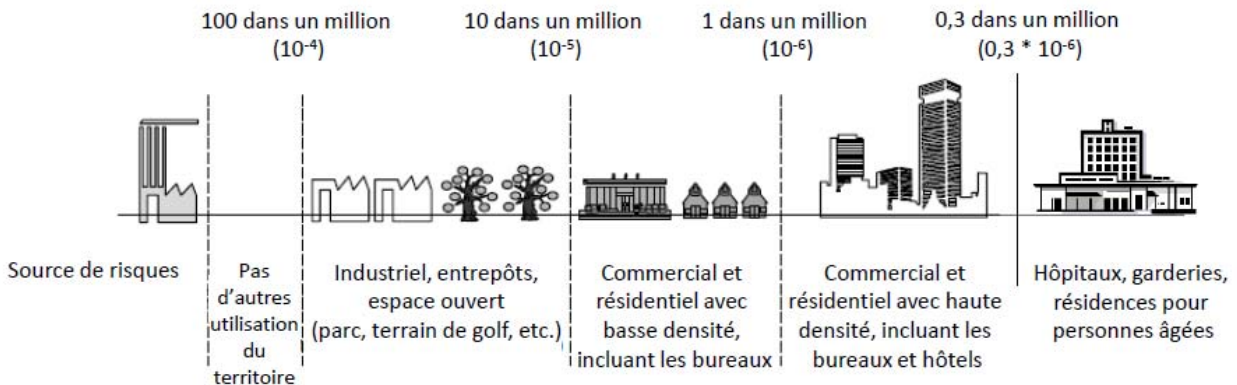
8.4 Critères d'acceptabilité du risque individuel

Le Conseil canadien des accidents industriels majeurs, un organisme multipartite (gouvernements fédéral et provinciaux, municipalités, industries), a élaboré des lignes directrices concernant les affectations du sol à proximité d'une source de risque (CCAIM, 1995). Ces critères ont été développés à partir de la politique appliquée par le gouvernement du Royaume-Uni (HSE, 1989). Plusieurs pays utilisent aujourd'hui une approche similaire (CCPS, 2009).

Cet organisme a cessé ses activités depuis 1999, mais ses travaux liés à la gestion de la sécurité industrielle ont été repris par la Société canadienne de génie chimique (SCGC, 2012). En 2008, une modification y a été apportée afin d'inclure une catégorie additionnelle pour les populations les plus vulnérables.

Les critères préconisés pour les affectations et les usages de sol sont les suivants (figure 8.2) :

- Pour la zone autour d'un établissement industriel comportant un risque de mortalité supérieur à 100 par million (risque de 10^{-4} par année), aucun usage du sol autre qu'industriel n'est permis;
- Pour la zone comportant un risque de mortalité de 10 à 100 par million (entre 10^{-5} et 10^{-4} par année), des usages impliquant la présence d'un nombre limité de gens et permettant une évacuation rapide (installations manufacturières, entrepôts, espaces verts) sont permis;
- Pour la zone comportant un risque de mortalité de 1 à 10 par million (10^{-6} et 10^{-5} par année), des usages impliquant la présence permanente d'un nombre limité d'occupants ainsi que des lieux pouvant facilement être évacués (habitations à faible densité, bureaux et autres entreprises commerciales semblables) sont permis;
- Pour la zone comportant un risque de mortalité de 0,3 à 1 par million (3×10^{-7} et 10^{-6} par année), des usages impliquant la présence permanente d'un nombre élevé d'occupants (commerces, hôtels et résidences avec haute densité d'occupants) sont permis;
- Pour la zone comportant un risque de mortalité inférieur à 0,3 par million (3×10^{-7} par année), des usages impliquant la présence permanente d'un nombre élevé d'occupants dont l'évacuation est plus difficile (hôpitaux, garderies, résidences de personnes âgées) sont permis.

Figure 8.2 Critères d'acceptabilité du risque pour l'aménagement du territoire

8.5 Résultat de l'analyse du risque individuel

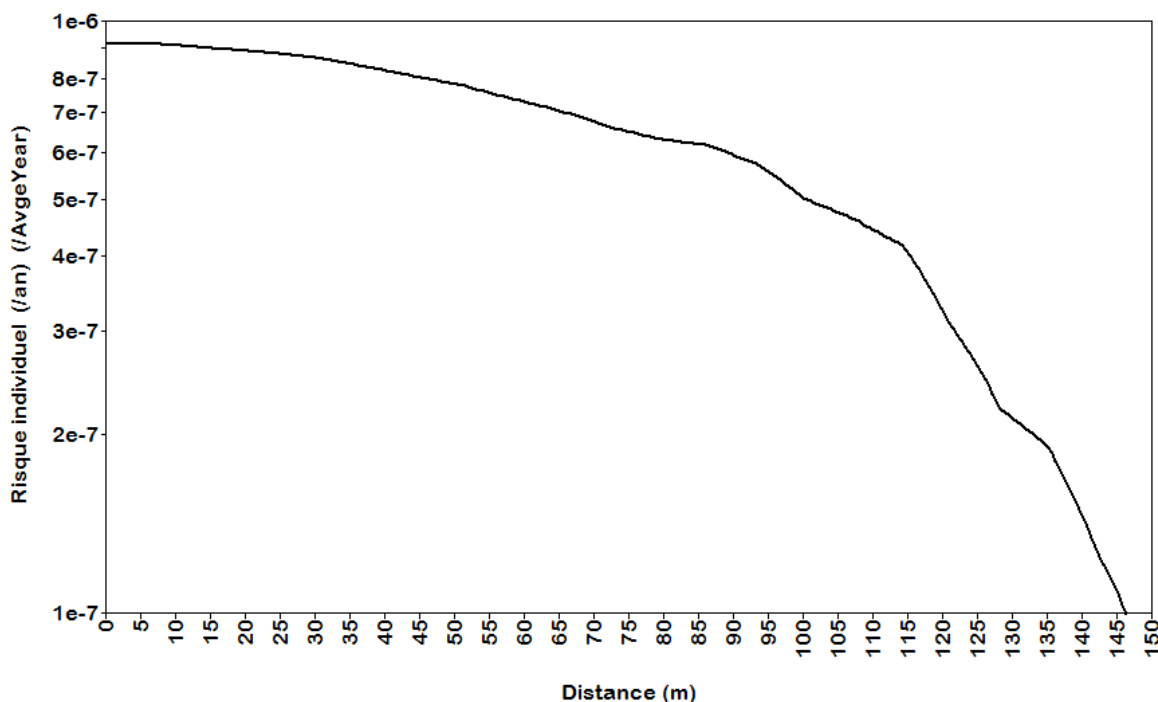
La figure 8.3 présente les niveaux du risque individuel en fonction de la distance perpendiculaire au gazoduc. Les résultats indiquent que :

- le niveau de risque 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} par année (100, 10 et 1 dans un million) ne sont atteints à aucun endroit près du gazoduc;
- le niveau de risque maximum est de $0,9 \times 10^{-6}$ par année (0,9 dans un million) sur le tracé du gazoduc;
- le niveau de risque $0,3 \times 10^{-6}$ par année (0,3 dans un million) est atteint à environ 125 m du gazoduc.

Tous les usages et les éléments sensibles recensés le long du tracé du gazoduc respectent les limites définies par les critères d'acceptabilité. En particulier, les écoles et les garderies sont à plus de 125 m du gazoduc.

Le risque évalué est surestimé, car le taux de défaillance de l'ONÉ correspond à tous les gazoducs de transport, sans prendre en compte les classes d'emplacement. La nouvelle conduite sera de classe 4, soit la classe avec le plus haut facteur de sécurité. Ce type de conduite a en réalité un taux de défaillance plus bas.

Figure 8.3 Profil du risque individuel du gazoduc



8.6 Changement par rapport à la situation actuelle

Longeant actuellement le sud de l'autoroute 40, le gazoduc sera relocalisé au nord de l'autoroute 40. Ainsi, les secteurs résidentiels près du nouveau tracé au nord de l'autoroute deviendront plus exposés au risque, tandis que les secteurs résidentiels près du tracé actuel au sud de l'autoroute deviendront moins exposés. Il s'agira donc d'un déplacement du risque existant, et non pas d'un nouveau risque.

Comme le nombre de résidences potentiellement affectées par l'ancien tracé et le nouveau tracé est comparable, la relocalisation du gazoduc n'entraînera pas une augmentation du risque global pour l'ensemble de la population locale. Par contre, la mise en place de nouveaux équipements soumis à des normes de construction et d'installation plus sévères fait en sorte que le risque global sera en réalité plus faible que celui existant avec les installations actuelles.

8.7 Gestion de la sécurité

En plus de la norme CSA Z662-11 portant sur les réseaux de canalisations de pétrole et de gaz, les équipements du projet tiendront compte des normes et codes suivants :

- CAN/CSA Z245.1-07 : Tubes en acier pour canalisation;
- CAN/CSA Z245.11-09 : Raccords en acier;
- CAN/CSA Z245.12-09 : Brides en acier;
- CAN/CSA Z245.15-09 : Vannes en acier;
- CAN/CSA Z245.20-10 : Recouvrement externe appliqué en usine pour tuyaux en acier;

- CAN/CSA-C22.3 no 6M91 : Principes et pratiques de la coordination électrique entre pipelines et lignes électriques;
- Code canadien de l'électricité C22.1;
- Normes d'ouvrages routiers du Québec Tome IV – Abords de routes.

Outre les vannes de sectionnement, les équipements de protection prévus sont les suivants :

- Système de protection cathodique de type mixte, composé d'anodes sacrificielles et de redresseurs de courant couplés à des lits d'anodes, ainsi que des recouvrements en époxyde afin de protéger la conduite contre la corrosion.
- Coussin de caoutchouc entre le gazoduc et les autres services (Bell, Hydro-Québec, Vidéotron) à moins de 300 mm.
- Signalement de la présence du gazoduc par l'installation de panneaux indicateurs répartis tout au long du tracé.
- Rubans avertisseurs enfouis dans la partie supérieure de la tranchée afin d'indiquer la présence de la conduite lors de travaux d'excavation.
- Clôtures pour protéger les aires des vannes de sectionnement et le poste de détente.

En période d'exploitation, le gazoduc bénéficiera des mesures de sécurité suivantes afin d'assurer l'intégrité des nouvelles installations et l'intégration au réseau existant :

- entretien du système de protection contre la corrosion;
- surveillance permanente du gazoduc et des installations connexes;
- sensibilisation continue des propriétaires fonciers, des municipalités, des entrepreneurs et des services d'urgence;
- adhésion au programme Info-Excavation;
- implantation du programme de gestion de l'intégrité.

Gaz Métro dispose déjà d'un programme de gestion des risques incluant un plan des mesures d'urgence pour faire face aux divers événements pouvant survenir dans le cadre de l'exploitation de son réseau de gazoducs. Ce programme répond à la norme:

- CAN/CSA Z246.1-09 : F09 - Gestion de la sûreté des installations liées à l'industrie du pétrole et du gaz naturel.

La version actuelle du plan des mesures d'urgence de Gaz Métro sera mise à jour afin de tenir compte des nouvelles installations du gazoduc.

Le plan final, qui prendra en considération les spécificités du nouveau gazoduc, sera complété avant la mise en service du gazoduc. Il sera mis à jour conformément aux normes suivantes:

- CAN/CSA-Z1600-F08 - Programmes de gestion des mesures d'urgence et de continuité des activités;
- CAN/CSA-Z731-F03 (C2009) - Planification des mesures et interventions d'urgence.

Le plan tiendra compte des distances pour la planification d'urgence et la communication au public. Enfin, il sera développé en collaboration avec les intervenants locaux concernés.

La période de construction du gazoduc sera couverte par un plan d'urgence spécifique afin de répondre aux événements potentiels mentionnés à la section 5.3. Entre autres, les mesures de protection suivantes seront en place au chantier :

- Équipements d'intervention pour les déversements d'hydrocarbures;
- Entreposage sécuritaire des matières dangereuses;
- Procédures pour les pleins de carburants et l'entretien mécanique.

RÉFÉRENCES

- AICHE (American Institute of Chemical Engineers), 2000. *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. Second edition.
- BST, 2012. *Sommaire statistique des événements de pipelines 2011*. Bureau sur la sécurité des transports du Canada.
- CCAIM (CONSEIL CANADIEN DES ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS), 1995. *Lignes directrices sur l'aménagement du territoire en fonction des risques*.
- CNRC, 2010. *Code national du bâtiment*. Centre national de recherche du Canada.
- CONSEIL POUR LA RÉDUCTION DES ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS (CRAIM), 2007. *Guide de gestion des risques d'accidents majeurs à l'intention des municipalités et de l'industrie*.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), 1999. *Guidance Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis*. Document EPA-550-B-99-009.
- European Gas Pipeline Incident Data Group (EGIG), 2011. *Gas Pipeline Incidents-8th EGIG report*. Doc. Number EGIG 11.R.0402.
- FM Global, 2009. *Property Loss Prevention Data Sheets 7-54: Natural Gas and Gas Piping*. June 2009.
- HSE (Health and Safety Executive), 1989. *Risk criteria for land-use planning in the vicinity of major industrial hazards*.
- HSE (Health and Safety Executive), 2000. *Thermal radiation criteria for vulnerable populations*. Report 285/2000, prepared by WS Atkins Consultants Ltd for Health and Safety Executive, United Kingdom.
- INERIS, 1999. *Guide d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre*. Analyse des risques et prévention des accidents majeurs, Direction des risques accidentels, ministère de l'Écologie et du Développement durable.
- International Association of Oil and Gas Producers (OGP), 2010. *Ignition Probabilities*. Report no. 434-6.1, March 2010.
- International Association of Oil and Gas Producers (OGP), 2010. *Risk Assessment Data Directory – Riser & pipeline release frequencies*. Report no. 434-4, March 2010.
- Landry B. et Mercier M., 1992. *Notions de géologie*. Modulo éditeur, 3^e édition.
- McConnell R.A. and Haswell J.V., 2011. *UKOPA Pipeline Product Loss Incidents (1962-2010)-8th Report of the UKOPA Fault Database Management Group*. United Kingdom Onshore Pipeline Operators' Association, ref.: UKOPA/11/0076.

MENV, 2002. *Guide d'analyse des risques d'accidents technologiques majeurs*. Document de travail, ministère de l'Environnement, Direction des évaluations environnementales.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, FRANCE (MEDD), 2004. *Guide technique aux valeurs de référence de seuils d'effet des phénomènes accidentels des installations classées*. Version octobre 2004.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, FRANCE (MEDD) 2005. *Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation*.

Office national de l'énergie (ONÉ), 2011. *Gros plan sur la sécurité et l'environnement – Analyse comparative du rendement des pipelines 2000-2009*. Décembre 2011.

PHMSA (Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration), 2013. Site internet consulté en mai 2013. <http://primis.phmsa.dot.gov>.

Ressources naturelles Canada, 2013. Site Internet, consulté en mai 2013. <http://www.seismescanada.rncan.gc.ca/zones/index-fra.php>

SCGC (Société canadienne de génie chimique), 2012. Site internet consulté en mai 2013 http://www.chemistry.ca/index.php?ci_id=3342&la_id=1.

Fiche signalétique du gaz naturel

ANNEXE A Fiche signalétique du gaz naturel

FICHE SIGNALÉTIQUE
GAZ NATUREL (ÉTAT GAZEUX)

Renseignements sur le produit			
Nom du produit	Gaz naturel (état gazeux)		
Nom commercial	Gaz naturel		
	Numéro CAS : 8006-14-2		
Classification	SIMDUT : Gaz comprimé (Catégorie A) Gaz inflammable (Catégorie B1) T.M.D. : Numéro d'identification U.N. : 1971 Classification primaire 2.1 Gaz inflammable		
Famille chimique	Méthane, CH ₄ , hydrocarbure simple		
Usage du produit	Combustible ou charge d'alimentation dans divers procédés		
Fournisseur	Gaz Métro Téléphone : 1 800 361-0564 1717, rue du Havre Télécopieur : 514 598-3144 Montréal (Québec) Urgence : 911 Canada H2K 2X3 www.gazmetro.com		
Mesures en cas de fuite			
Mesures à prendre	→ Éliminer toute source d'ignition → Assurer une ventilation maximale → Composer le 911 → Si ce service n'est pas disponible dans votre région, composez le 1 800 361-8003		
Ingrédients dangereux			
Dénomination chimique	% par volume	N° de CAS	Valeur limite d'exposition
Méthane	95,4	74-82-8	Asphyxiant simple
Éthane	1,8	74-84-0	Asphyxiant simple
Azote	1,9	7727-37-9	Asphyxiant simple
Carbone, dioxyde de CO ₂	0,7	124-38-9	VEMP 5000 ppm ou 9000 mg/m ³
Autres hydrocarbures simples	0,2		
Propriétés physiques			
État physique	Gaz		
Odeur et apparence	Gaz incolore et inodore mais contenant un produit odorant (mercaptan) pour la détection de fuites (odeur d'œufs pourris)		
Seuil d'odeur	Moins de 10000 ppm dans l'air		
Densité de vapeur à 15 °C	0,58 (air = 1)		
Point d'ébullition	-161,4 °C		
Point de congélation	-187 à -182 °C (estimé)		
Densité relative à 162 °C	0,44 (H ₂ O = 1) 1,51 (air = 1)		
Solubilité dans l'eau	0,0023 g/100 ml		
% de substances volatiles par volume	100 %		
Masse moléculaire	16,7		
Tension de vapeur	Sans objet		
Taux d'évaporation	Sans objet		
pH	Non disponible		
Pourcentage de distribution (eau/huile)	Non disponible		
Réactivité chimique			
Stabilité chimique	Le gaz naturel est stable		
Condition(s) de réactivité	Éviter le contact avec les substances incompatibles		
Incompatibilité avec d'autres matières	Le gaz naturel peut brûler ou exploser dans un espace clos lorsqu'il est mélangé à des oxydants forts (peroxyde, chlore, dioxyde de chlore, oxygène liquide)		
Produits de décomposition dangereux	Composés de carbone		
Risques d'incendie et d'explosion			
Point d'éclair	-188 °C	Point d'éclair méthode	Non disponible
Limite inférieure d'explosivité	4,9 %	Sensibilité à l'impact mécanique	Non
Température d'auto-ignition	538 °C	Moyens d'extinction	Poudre chimique sèche Dioxyde de carbone
Limite supérieure d'explosivité	14,9 %	Sensibilité électrostatique	Oui
Produits de combustion dangereux	Composés de carbone		

Risques d'ignition et d'explosion	<ul style="list-style-type: none"> → Inflammable si exposé à toute source d'ignition → Le gaz naturel est plus léger que l'air et se disperse dans l'atmosphère → Le gaz naturel ne brûlera pas et n'explosera pas s'il n'y a pas assez d'air ou s'il y en a trop → Évacuer la zone si les soupapes de sécurité sont actionnées → Le risque de rallumage ou d'explosion existe si la flamme est éteinte sans interruption de l'arrivée du gaz naturel et/ou si le lieu du sinistre n'est pas refroidi et la cause du feu n'est pas éliminée
Situation à éviter	Le gaz naturel, s'il se trouve dans un mélange approprié, peut s'enflammer s'il est soumis à une décharge d'électricité statique
Agents d'extinction	Poudre sèche, dioxyde de carbone (CO ₂) pour les petits incendies, halon ou équivalent admis
Méthodes de lutte contre l'incendie	<ul style="list-style-type: none"> → Porter des vêtements de protection complets et un respirateur autonome → Se servir d'eau pulvérisée pour refroidir les contenants exposés aux flammes afin de former un écran protecteur et pour disperser les vapeurs → Isoler toutes les sources d'ignition → Si possible, arrêter la fuite de gaz naturel → Ne pas éteindre les flammes avant d'arrêter la fuite
Produit de combustion dangereux	Le CO (monoxyde de carbone) si la combustion du gaz naturel est incomplète

Propriétés toxicologiques

Toxicité	Asphyxiant simple	
Effets d'une exposition aiguë	Inhalation	<ul style="list-style-type: none"> → Le gaz naturel en déplaçant l'air, agit comme un asphyxiant → Le remplacement de l'air par le gaz naturel peut causer des maux de tête, un affaiblissement des facultés, des erreurs de jugement, une lassitude croissante et une coordination réduite menant à des convulsions, au coma puis à la mort → Narcotique à de fortes concentrations
	Contact avec la peau et les yeux	Sans objet
Ingestion	Sans objet	
Effets d'une exposition chronique	Inhalation	Sans objet
	Contact avec la peau et les yeux	Sans objet
	Ingestion	Sans objet
	Sensibilisation au produit	Sans objet
	DL50	Non disponible
	CL50	Non disponible
Cancérogénicité, tératogénicité, mutagénicité et effets toxiques sur la reproduction	Aucun de connu	

Mesures de prévention

Ventilation	Ventilation générale. Utiliser un ventilateur mécanique antidéflagrant
Protection respiratoire	En général, aucune protection nécessaire s'il y a suffisamment d'oxygène Utiliser un respirateur autonome dans des cas d'urgence
Gants de protection	Dans des conditions normales, les gants ne sont pas nécessaires
Protection des yeux	S'il y a des risques de contact avec le gaz naturel sous pression, porter des lunettes de protection ou un écran facial
Autres vêtements de protection	Dans des conditions normales, non nécessaires
Intervention en cas de fuite ou de déversement	<ul style="list-style-type: none"> → Arrêter le déversement ou la fuite → Éloigner des sources d'ignition et de chaleur → Ventiler la zone
Moyens de disposition des déchets dangereux	Se conformer à la réglementation municipale, provinciale et fédérale
Manutention et entreposage	Manipuler et entreposer selon les pratiques normales sécuritaires
Renseignements spéciaux	Ce produit doit être utilisé selon les normes internes
Transport des matières dangereuses	Numéro U.N. 1971
Appellation réglementaire	Gaz inflammable
Classification	2.1 (Gaz inflammable)

Mesures d'urgence et premiers soins

Inhalation	<ul style="list-style-type: none"> → Transporter la victime à l'air frais → Pratiquer la réanimation cardiorespiratoire au besoin → Le cas échéant, un examen médical est obligatoire → Donner de l'oxygène si cela est possible 	Notes à l'intention du médecin	<ul style="list-style-type: none"> → Aucun traitement précis n'est indiqué → Donner les soins appropriés selon l'état du patient
Ingestion	Sans objet	Contact avec la peau et les yeux	Sans objet

Préparation de la fiche signalétique

Information supplémentaire et commentaires: la fiche signalétique du gaz naturel est disponible sur le site Internet de Gaz Métro au www.gazmetro.com sous la rubrique À propos de Gaz Métro sous l'onglet Le gaz naturel.		
Préparé par: Le service Santé sécurité et sûreté	Numéro de téléphone: 514 598-3270	Date de préparation: 21 juin 2011

Historique d'accidents survenus

ANNEXE B Historique d'accidents survenus

Les évènements décrits ci-dessous proviennent de bases de données publiques et d'informations disponibles sur internet. Ces évènements concernent les principaux accidents survenus sur des gazoducs de transport au cours des 20 dernières années (1992-2011). Cette liste ne peut être considérée exhaustive. Le tableau B-1 présente les accidents survenus sur des gazoducs de transport au Canada. Le tableau B-2 inventorie les évènements ayant eu des conséquences mortelles aux États-Unis. Enfin, le tableau B-3 décrit les accidents majeurs récents (10 dernières années) survenus aux États-Unis, mais sans conséquence mortelle. La recherche a été limitée au Canada et aux États-Unis en raison de la similarité des équipements utilisés et des méthodes de construction.

Les références consultées pour cette revue des accidents sont :

- Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) : <http://www.tsb.gc.ca>
- National Transportation Safety Board des États-Unis (NTSB) : <http://www.nts.gov>
- Wikipedia : http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_pipeline_accidents_in_the_United_States
- The Major Hazard Incidents Data Service Database (MHIDAS), UK Health and Safety Executive
- ARIA Inventaire des accidents technologiques, <http://aria.environnement.gouv.frl> BARPI

Tableau B-1 Accidents canadiens 1992-2011

Année	Lieu	Cause	Description de l'évènement
1992	Caroline	Inconnue	Une fuite s'est enflammée et a endommagé 400m de gazoduc enterré.
1992	Chute Iroqui, Ontario	Inconnue	Un gazoduc situé dans un endroit reculé fuyait. La fuite s'est enflammée. Pas d'information supplémentaire disponible.
1992	Potter, Ontario	Inconnue	Un gazoduc de 914 mm et 70 bar. Rupture complète. Zone brûlée sur 200m de large par 300m de long.
1994	Latchford, Ontario	Surcharge ductile.	Rupture et incendie sur un gazoduc de 36". La rupture a été causée par une cassure ductile due à une surcharge parce que la paroi de la canalisation s'était considérablement amincie à cause de corrosion externe. Aucun blessé, l'incendie a brûlé une zone de 4,77 hectares.
1994	Maple Creek, Saskatchewan	Rupture ductile d'un délaminage de la conduite.	Rupture et incendie. Le délaminage a été causé par la diffusion d'hydrogène atomique dans des inclusions de l'acier de la conduite durant le fonctionnement normal du gazoduc. Aucun blessé.
1995	Rapid city, Manitoba	D'abord rupture de surcharge ductile, ensuite surchauffe.	Rupture initiale et incendie dans un gazoduc de 42". Une heure plus tard, une seconde rupture au même endroit. La première rupture a été causée par une cassure ductile due une surcharge consécutive et une fissuration par corrosion sous tension de la canalisation. La deuxième rupture a été attribuée à la chaleur du premier incendie et à la fermeture tardive de la canalisation. Une personne a subi des blessures mineures. La station de compression ainsi que deux véhicules ont subi des dégâts importants.
1996	St-Norbert, Manitoba	Rupture de surcharge ductile.	Une rupture suivie par une explosion et un incendie sur un gazoduc de 34". La rupture de la canalisation a été causée par une fracture de surcharge ductile, résultant de contraintes externes élevées qui ont été imposées à la surface de la canalisation par le mouvement de la pente dans laquelle la conduite était enfouie. Le gazoduc était enterré dans une rivière. Pas de blessé L'explosion et l'incendie ont entraîné la perte d'une résidence. Des lignes de transport hydro-électriques, des poteaux, des transformateurs et du matériel connexe se trouvant dans les environs immédiats du lieu de l'accident ont aussi été endommagés et ont dû être remplacés.
1997	Fort St-John, Colombie-Britannique	Glissement de terrain	Une rupture s'est produite dans un gazoduc de 8" (environ 22 cm). La fuite s'est enflammée. La rupture du gazoduc a été causée par une tension supérieure à la limite de conception lors de l'interaction de la conduite et du sol, en raison d'un déplacement rapide et soudain dans une vaste étendue de terrain formée par des glissements de terrain antérieurs. Aucun blessé.
1997	Alberta	Inconnue	Des personnes sont évacuées et les routes sont fermées à la suite d'une fuite de gaz naturel acide et à forte teneur en soufre sur une conduite de transport. Les autorités locales contrôlent la qualité de l'air et l'eau dans le sol. En fin d'après-midi, les personnes regagnent leur domicile.
1997	Swift Current	Inconnue	À la suite d'une fuite sur un gazoduc, un nuage de gaz naturel explose en une boule de feu. La fuite est isolée par fermeture automatique de vannes. Le feu s'éteint après tarissement de la fuite. Aucune victime n'est à déplorer.
1997	Cabri, Saskatchewan	Corrosion externe	Une rupture s'est produite dans une zone affectée par de la corrosion externe, sur un gazoduc de 914 mm de diamètre. Environ $3\,252 \times 10^3 \text{ m}^3$ de gaz naturel se sont échappés. Le gaz s'est immédiatement enflammé, provoquant des dégâts au sol et à la végétation environnante. L'incendie principal a été éteint 20 minutes après la rupture. La propagation de la corrosion à la surface du gazoduc indique que le revêtement de ce dernier a été soit endommagé soit dissout, empêchant le gazoduc d'être correctement protégé par la protection cathodique.

Année	Lieu	Cause	Description de l'évènement
1998	Valley View, Alberta	Corrosion externe et fissure dues à l'usure.	La corrosion externe et des fissures d'usure ont provoqué une fuite, qui s'est enflammée. Incendie de forêt.
1999	Alberta	Inconnue	Une explosion se produit sur une canalisation de gaz naturel d'un mètre de diamètre. Aucun blessé et il n'y a pas eu d'évacuation.
2000	Ignace	Inconnue	Une canalisation de 42 pouces transportant du gaz naturel se rompt pendant un test de pression. L'alimentation en gaz a été rapidement coupée et les effets sur l'environnement ont été négligeables.
2000	Zopkios, Colombie-Britannique	Fissuration sous contrainte en présence d'hydrogène.	Une rupture s'est produite dans un point dur d'une canalisation principale de 762 mm de diamètre. Sept véhicules qui se trouvaient à la halte routière ont été endommagés par des débris projetés par l'explosion. Personne n'a été blessé. L'autoroute de Coquihalla a été fermée à la circulation pendant trois heures et demie.
2002	Brookdale, Manitoba	Rupture, corrosion sous tension.	Un gazoduc de 914 millimètres de diamètre s'est rompu dans une zone de fissuration par corrosion sous tension presque neutre (à pH faible). Après cette rupture, le gaz naturel s'est enflammé. Grâce à la fermeture automatique des vannes de canalisation principale en amont et en aval de la rupture, l'incendie s'est éteint de lui-même. Personne n'a été blessé.
2009	Rainbow Lake, Alberta	Indéterminée	Incendie avec allumage immédiat suite à une fuite de gaz.
2009	Englehart, Ontario	Fissuration par corrosion sous tension en milieu à pH quasi neutre. La cause première de la rupture était le soulèvement du revêtement extérieur fait d'un ruban de polyéthylène.	Le gaz naturel qui s'échappait d'une rupture du gazoduc s'est enflammé, ce qui a causé une explosion. Celle-ci a créé un grand cratère et deux tronçons de conduite se sont détachés du réseau, l'une d'entre elles étant projetée à environ 150 mètres du lieu de la rupture. Il n'y a pas eu de blessés. Environnementalement, 25 hectares de forêt et de prairie ont brûlé. Bien que la région soit peu densément peuplée, 4 familles habitant à proximité ont été évacuées pendant 2 jours par mesure de sécurité. L'extérieur d'une maison située à environ 320 mètres au nord de la rupture du gazoduc a été légèrement endommagé. La conduite datait de 1973.
2009	Marten River, Ontario	La rupture a été la conséquence d'une défaillance ponctuelle résultant de la présence d'un point dur dans la conduite, d'une contrainte de traction engendrée par la pression du gaz et la présence probable d'hydrogène dans l'acier à l'endroit de la rupture.	Rupture du gazoduc, mais le gaz ne s'est pas enflammé. La vanne de canalisation principale a été fermée à la suite d'une baisse de pression dans le gazoduc. Un gros cratère s'est creusé et des débris de la conduite ont été projetés autour du point de rupture. L'incident n'a pas fait de blessés. La conduite datait de 1957.
2011	Beardmore, Ontario	La rupture a découlé d'une FCT (forme de fissuration écoassistée) longitudinale en milieu à pH quasi neutre, de nature transgranulaire.	Le gaz qui s'échappait d'une rupture du gazoduc s'est enflammé, ce qui a causé une explosion. Celle-ci a créé un grand cratère et trois tronçons de conduite se sont détachés du réseau. Les tronçons et les débris ont été projetés jusqu'à 100 m du lieu de la rupture. Six personnes résidant près du lieu ont été évacuées jusqu'à ce que l'incendie soit éteint. Personne n'a été blessé.

Tableau B-2 Accidents mortels aux États-Unis 1992-2011

Année	Lieu	Cause	Description de l'évènement
1992	West Pembina, USA	Fuite, cause inconnue	Un gazoduc de 6" (environ 15 cm). La ligne était fermée pour entretien lorsque l'accident s'est produit. La cause de la fuite est inconnue. La fuite s'est enflammée tuant une personne.
1992	Elwin, Illinois, USA	Fuite, cause inconnue	Un gazoduc de 24" (environ 60 cm). Origine de la fuite inconnue. Une boule de feu a enveloppé le matériel et les véhicules. 1 personne tuée et 4 blessées.
1994	Edison, New Jersey, USA	Gazoduc endommagé lors de travaux de construction.	Un gazoduc souterrain de 36" (environ 90 cm) a été détruit lors de travaux de construction. La fuite s'est enflammée, tuant 1 personne.
1997	Indianapolis, Indiana, USA	Rupture lors de travaux d'excavation.	Un gazoduc de gaz naturel s'est rompu, déversant du gaz naturel près d'une intersection. Le gaz s'est enflammé tuant un habitant et en blessant un autre. Gazoduc de 20" (environ 50 cm), 310 psig (environ 20 bar).
1998	St-Cloud, Minnesota, USA	Dégâts provoqués par des travaux de construction.	Des travaux de construction ont provoqué des dégâts sur un gazoduc. La fuite s'est enflammée. 4 personnes tuées et 25 blessées.
1999	Bridgeport, Alabama, USA	Dégâts provoqués par des travaux de construction.	Des travaux de construction ont provoqué des dégâts sur un gazoduc. La fuite s'est enflammée. 3 personnes tuées et 9 blessées. De plus, 3 bâtiments ont été endommagés par l'accident.
1999	Liberty Hill, Texas, USA	Rupture lors d'une excavation.	Un pipeline de gaz naturel est endommagé par des ouvriers lors du creusement d'une fouille. Ceci provoque une explosion et un incendie. Les flammes atteignent environ 50 m et une maison mobile. On compte un décès parmi les ouvriers du chantier. Le propriétaire du pipeline coupe le gaz en amont du tronçon, ce qui arrête l'incendie. La population est évacuée dans un rayon de plus d'un km. 1 personne tuée et 3 blessées.
2000	Pecos River, New Mexico, USA	Rupture en raison de la corrosion	Le gazoduc d'El Paso de 30" (environ 75 cm) a explosé dans un endroit reculé. Le gaz déversé s'est enflammé et a brûlé pendant 55 minutes. 12 personnes qui campaient sous un USA pont métallique, soutenant un plateau en béton sur lequel passait le gazoduc pour enjamber la rivière, ont été tuées et leurs trois véhicules détruits. Deux ponts suspendus en acier enjambant la rivière ont subi des dégâts. Une usure significative de la paroi intérieure du gazoduc âgé de 50 ans est peut-être responsable.
2003	Converse County, Wyoming, USA	Dépressurisation possible du gazoduc.	1 personne a été tuée et une autre a souffert de blessures graves. Ils essayaient de dépressuriser un gazoduc de gaz naturel lorsqu'il s'est rompu et a explosé.
2006	Larimer County, Wyoming, USA	Gazoduc endommagé lors de travaux d'excavation.	Lors de travaux, une personne conduisant le camion a été tuée suite à l'éruption du gaz naturel qui s'est enflammé.
2007	Delhi, Louisiane, USA	Corrosion externe.	1 personne tuée et une autre brûlée aux mains en conduisant sur une autoroute lorsqu'une explosion d'une conduite de gaz naturel est survenue à proximité.
2010	North Texas	Gazoduc endommagé lors de travaux d'excavation.	3 décès et plusieurs blessés parmi les employés de l'entreprise d'excavation.
2010	San Bruno, Californie	Conduite âgée	Explosion d'un gazoduc et incendie du gaz. 8 décès et plusieurs blessés, 38 maisons détruites et 120 endommagées, 10 acres de broussailles brûlées.

Tableau B-3 Accidents majeurs récents aux États-Unis 2003-2012 (non-mortels)

Année	Lieu	Cause	Description de l'évènement
2003	Lake Tapps, Washington	Fissure due à la corrosion.	Rupture d'un gazoduc de 26 pouces de diamètre. Allumage après une heure de fuite.
2003	Caddo County, Oklahoma	Fissure due à la corrosion.	Rupture d'un gazoduc de 26 pouces de diamètre. Pas d'incendie, mais évacuation.
2003	Bath County, Kentucky	Indéterminée	Rupture et incendie d'un gazoduc pendant une heure. Aucun dommage ou blessé.
2003	Lewis County, Washington	Corrosion externe et fissures.	Rupture d'un gazoduc sans allumage du gaz relâché pendant 3 heures.
2006	Clark County, Kentucky	Corrosion externe	Rupture et incendie d'un gazoduc. Dommages mineurs à certaines propriétés.
2008	Cooper County, Missouri	Corrosion	Rupture d'un gazoduc.
2009	Philo, Ohio	Construction et installation défectueuses	Rupture d'un nouveau gazoduc après 2 jours d'opération. Pas d'allumage du gaz, mais évacuation de quelques résidences.
2011	Lisbon, Ohio	Défaut de soudure	Rupture et incendie d'un gazoduc de 36 pouces de diamètre. Pas de blessés.
2011	Cumberland, Ohio	Défaut de matériel ou de soudure.	Rupture d'un gazoduc.
2011	Gillette, Wyoming	Mauvaise construction et installation.	Rupture d'un gazoduc de 30 pouces de diamètre âgé de 6 mois. Pas d'allumage du gaz relâché.
2011	Glouster, Ohio	Mouvement de terrain.	Rupture d'un gazoduc de 36 p. de diamètre suivie d'un incendie. 2 personnes blessées, 3 maisons et une ferme détruites.
2011	Batesville, Mississippi	Conduite âgée (1946).	Rupture d'un gazoduc avec allumage du gaz relâché. Aucun dommage, mais environ 20 maisons évacuées.
2011	Merengo Conty, Alabama	Corrosion externe en raison de problèmes avec le revêtement, la protection cathodique et la corrosivité du sol.	Rupture d'un pipeline suivie d'un incendie pendant plusieurs heures. Aucun dommage ou blessé.
2011	Cache County, Utah, USA	Inconnue	Rupture et fuite de gaz à une valve d'isolement. Allumage du gaz relâché, projection de débris à 200 pieds, mais aucun dommage ou blessé.
2012	Bâton rouge, Louisiane, USA	Inconnue	Rupture d'un gazoduc de transmission de 30 pouces de diamètre. Pas d'allumage du gaz relâché, mais évacuation des résidents à proximité.

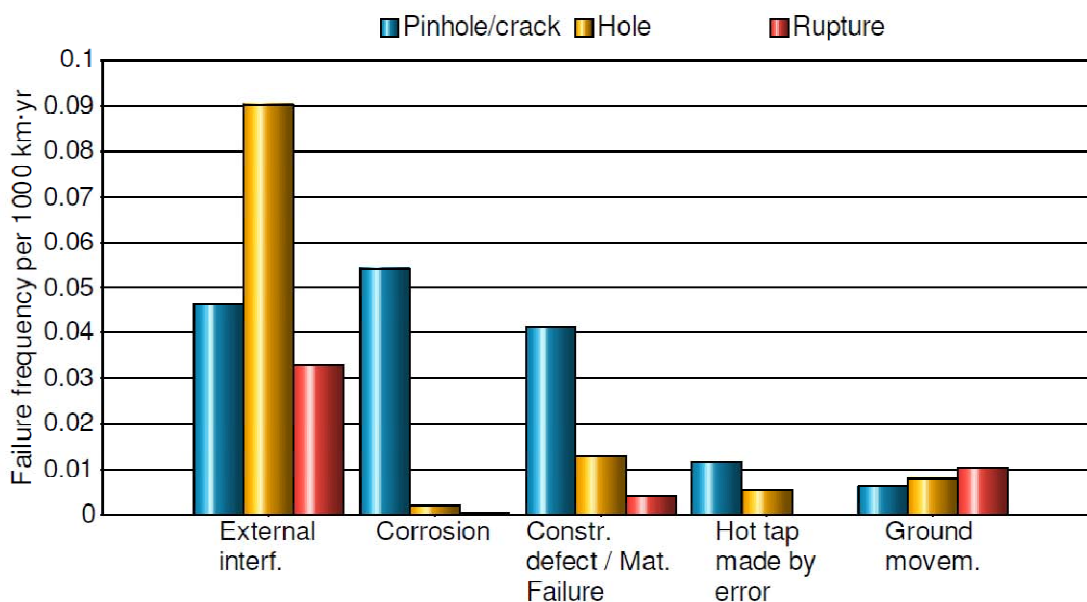
Répartition de l'importance des fuites

ANNEXE C Répartition de l'importance des fuites

Les données européennes de l'EGIG (2011) ont été utilisées pour déterminer la répartition de l'importance des fuites, mais en les adaptant au contexte canadien. En effet, les données de l'EGIG indiquent qu'un fort pourcentage des fuites (environ 50%) est dû aux interférences extérieures, lesquelles produisent très souvent des ruptures totales. Au contraire, les données canadiennes de l'ONÉ (2011) indiquent un faible pourcentage de fuite dû aux interférences extérieures, mais un fort pourcentage de fuites dû à la corrosion, laquelle produit très peu de ruptures totales.

Dans le rapport de l'EGIG, les taux de défaillance pour la période 1970 à 2010 ont été établis en fonction l'importance des fuites et des causes d'accidents (figure 18 reproduite à la figure C-1).

Figure C-1



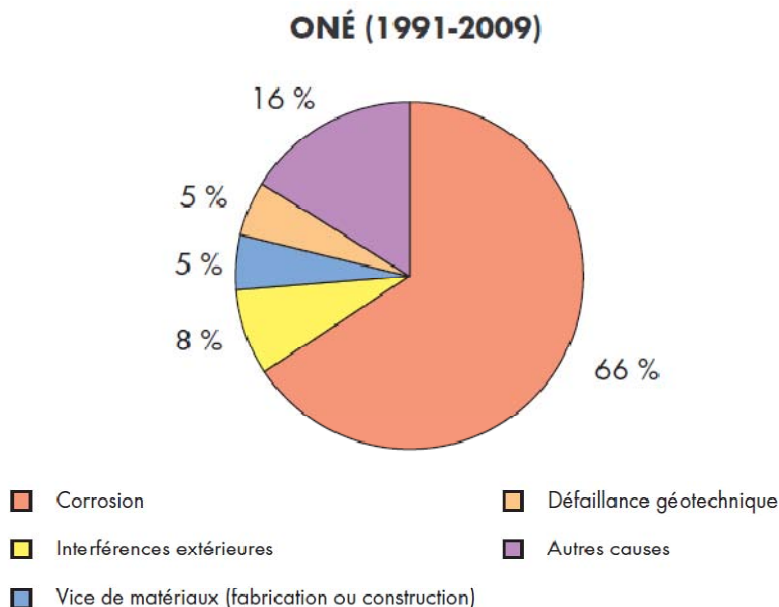
À partir de ces données, l'importance des fuites exprimée en pourcentage pour chacune des causes est indiquée au tableau C-1.

Tableau C-1

Cause	Rupture	Trou	Fissure
Interférences extérieures	20%	54%	26%
Corrosion	1%	5%	94%
Défaut de construction /Défaillance des matériaux	11%	22%	67%
Mouvement de terrain	40%	33%	27%
Autres	-	-	-

Ces pourcentages ont été par la suite appliqués au contexte canadien. La figure C-2 indique les causes d'accident au Canada selon l'ONÉ.

Figure C-2



En appliquant les pourcentages déterminés précédemment tout en tenant compte de la répartition des causes au Canada, on obtient la répartition au tableau C-2.

Tableau C-2

Causes	Répartition au Canada	Rupture	Trou	Fissure
Interférences extérieures	8%	1,60%	4,32%	2,08%
Corrosion	66%	0,7%	3,3%	62%
Défaut de construction / Défaillance des matériaux	5%	0,55%	1,10%	3,35%
Mouvement de terrain	5%	2,0%	1,65%	1,35%
Total	84%	4,85%	10,4%	68,8%

Un total de 84% est obtenu, car les causes classées "autres" n'ont pas été prise en compte. En ramenant ces données sur une base de 100%, on obtient la répartition suivante applicable au contexte canadien :

- Rupture : 6 %
- Trou : 13 %
- Fissure : 81 %

Données sur les scénarios d'accidents

ANNEXE D Données sur les scénarios d'accidents

Scénario	Température du gaz	Pression du gaz	Diamètre de la conduite	Masse ou débit de gaz impliqué
Rupture totale de la conduite	5°C	2400 kPa	508 mm (20 pouces)	9 000 kg pour la boule de feu
Rupture totale de la conduite	5°C	2400 kPa	508 mm (20 pouces)	450 kg/s pour le feu en chalumeau (15 secondes après la rupture)
Rupture partielle de la conduite (10 cm)	5°C	2400 kPa	508 mm (20 pouces)	31 kg/s
Rupture partielle de la conduite (1 cm)	5°C	2400 kPa	508 mm (20 pouces)	0,32 kg/s
Rupture totale d'une conduite de contournement à un poste de vanne	5°C	2400 kPa	114 mm	41 kg/s
Rupture totale d'une conduite à un poste de détente	5°C	2400 kPa	114 mm	41 kg/s
Rupture totale d'une traverse	5°C	400 kPa	219 mm	220 kg pour la boule de feu
Rupture totale d'une traverse	5°C	400 kPa	219 mm	10 kg/s pour le feu en chalumeau (15 secondes après la rupture)



SNC • LAVALIN

550, rue Sherbrooke Ouest
Montréal Qc Canada H3A 1B9
514-393-1000 - 514-392-4758