

Ville de Lac-Mégantic

Réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de la Ville de Lac-Mégantic sur le territoire des municipalités de Nantes, Lac-Mégantic et Frontenac

Étude d'impact sur l'environnement

Réponses aux questions et commentaires du MELCC

Complément n°3 FINAL : Réponses aux questions QC-124, QC-125, QC-126, QC-128 et QC-129

Dossier 3211-08-013

Préparé par :

AECOM

85, rue Sainte-Catherine Ouest 514-287-8500 Tél.
Montréal (Québec) Canada H2X 3P4 514-287-8600 Fax
www.aecom.com

Numéro de projet :

60344414

Date :

Le 10 avril 2019

Avis de non responsabilité

© 2019 AECOM Consultants Inc. TOUS DROITS RÉSERVÉS. LE PRÉSENT DOCUMENT EST PROTÉGÉ PAR LES LOIS SUR LES DROITS D'AUTEUR ET IL EST INTERDIT DE LE REPRODUIRE DE QUELQUE MANIÈRE OU À QUELQUE FIN QUE CE SOIT, SAUF AVEC L'AUTORISATION ÉCRITE D'AECOM Consultants Inc.

Le Rapport ci-joint (le « Rapport ») a été rédigé par AECOM Consultants Inc. (« Consultant ») pour le bénéfice de la Ville de Lac-Mégantic (« le Client ») conformément aux modalités de l'entente conclue entre le Consultant et le Client (l'« Entente »).

Les renseignements, les données, les recommandations et les conclusions fournis dans le présent rapport :

- Sont assujettis aux contraintes budgétaires, aux contraintes de temps et aux autres contraintes et restrictions énoncées dans l'Entente (les « Restrictions »);
- Représentent le meilleur jugement professionnel du Consultant à la lumière des Restrictions ainsi que des normes de l'industrie en vigueur pour la préparation de tels rapports;
- Peuvent être fondés sur des renseignements fournis au Consultant qui n'ont pas été vérifiés par une source indépendante;
- N'ont pas été mis à jour depuis la date d'émission du Rapport et de ce fait, leur précision se limite à l'époque et aux circonstances pour lesquelles ils ont été recueillis, traités, créés ou émis;
- Doivent être considérés globalement dans leur contexte et non hors contexte;
- Ont été préparés exclusivement pour les fins décrites dans le Rapport et dans l'Entente, et ne doivent pas être utilisés à quelque autre fin que ce soit.
- En sol sous-terrain, les conditions environnementales ou géotechniques pourraient avoir été établies en fonction de tests limités et sur l'hypothèse que de telles conditions sont uniformes et ne varieront pas selon l'emplacement géographique ou le temps.

Sauf si le contraire est expressément stipulé dans le Rapport ou l'Entente, le Consultant :

- Ne peut être tenu responsable de quelque situation ou événement survenu depuis la date de préparation du présent Rapport, ou de toute inexactitude dans l'information fournie au Consultant;
- Ne présente aucune garantie, quelle qu'elle soit, expresse ou tacite, à l'égard du Rapport ou de quelque partie de celui-ci, à l'exception du fait que le Rapport représente le meilleur jugement professionnel du Consultant tel que mentionné ci-dessus;
- Ne sera pas réputé avoir déclaré que le Rapport ou quelque partie de celui-ci est exhaustif ou peut être utilisé à quelque autre fin que ce soit que celles énoncées dans le Rapport et dans l'Entente;
- Sauf dans la mesure exigée par la loi, ou à moins que le Consultant et le Client n'en conviennent autrement, le Rapport :
 - doit être traité de manière confidentielle;
 - ne peut être utilisé ou mis à profit par de tierces parties.

Toute utilisation de ce Rapport est assujettie à cet Énoncé de critères de mérite. La responsabilité de tout dommage découlant de l'utilisation inappropriée de ce Rapport ou de quelque partie de celui-ci reviendra au tiers qui en sera à l'origine.

Cet Énoncé de critères de mérite est joint au présent Rapport et en fait partie.

Table des matières

INTRODUCTION	1
QC-124 Aire du robinet	3
QC-125 Cartographie rayons	3
QC-126 Ajouter tracé sur figures	3
QC-128 Effet domino en cas d'accident	3
QC-129 Risque individuel	3

Introduction

Le présent document constitue le complément n°3, en version finale, au document de réponses aux questions et commentaires adressés à la Ville de Lac-Mégantic dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) pour le projet de Réalisation d'une voie ferroviaire de contournement du centre-ville de la ville de Lac-Mégantic.

Ces questions et commentaires découlent de l'analyse réalisée par la Direction de l'évaluation environnementale des projets terrestres en collaboration avec les unités administratives concernées du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) ainsi que de certains autres ministères et organismes. Cette analyse a permis de vérifier si les exigences de la directive de la ministre et du Règlement relatif à l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement de certains projets (chapitre Q-2, r. 23.1), ont été traitées de façon satisfaisante par l'initiateur de projet.

Ce document comprend les réponses aux questions QC-124, QC-125, QC-126, QC-128 et QC-129, relatives aux risques technologiques.

Les informations comprises dans ce document sont fournies au MELCC afin qu'il puisse juger de la recevabilité de l'étude d'impact.

Réponses aux questions et commentaires

5. Risques technologiques

QC-124 *Les scénarios alternatifs ont été élaborés en simulant une fuite de 1 % de l'aire du robinet. L'initiateur doit justifier le choix de cette valeur qui semble sous-estimée. Règle générale, la fuite varie entre 20 et 100 % du diamètre de la conduite ou du robinet (tableau 5.2, page 5.3).*

Réponse : Les fuites de 1% correspondent à des fuites de marchandises dangereuses sur un train lorsqu'il n'y a pas d'accident. Selon les données du BST, ces fuites correspondent à quelque 90% des cas de déversements (basé sur 3 à 7 fuites lors d'accidents comparativement à 30 à 94 déversements lors d'accident). Voir section 7.2 de de l'étude de risque technologique présentée à l'annexe 2 du présent document.

QC-125 *Pourquoi les rayons équivalents aux niveaux de conséquences AEGL-3 n'apparaissent pas sur les figures 5-2 à 5-4 et 5-9 à 5-11? Ces niveaux doivent être cartographiés.*

Réponse : Voir la nouvelle version des figures 5-2 à 5-4 et 5-9 à 5-11 à l'annexe 1.

QC-126 *Est-ce que les figures 5-2 à 5-14 montrent le tracé de l'option retenue pour la voie ferroviaire de contournement? Veuillez ajouter le nouveau tracé sur les figures fournies.*

Réponse : Voir la nouvelle version des figures 5-2 à 5-14 à l'annexe 1.

QC-128 *L'initiateur doit évaluer le potentiel d'effets domino, en cas d'accident. Il doit présenter sur une carte les conséquences et les risques potentiels des scénarios les plus probables et ayant les plus grandes conséquences. À noter que l'effet domino peut impliquer les wagons du même ou d'un autre convoi ainsi que les installations situées à proximité de la voie ferroviaire (section 5.1.2.5, page 5-37).*

Réponse : Les effets dominos sont traités à la section 6.1.7 de l'étude de risque technologique.

QC-129 *L'initiateur doit quantifier le risque individuel sur l'ensemble de la voie ferroviaire de contournement et présenter les résultats en fonction du critère d'acceptabilité du risque individuel élaboré par le Conseil canadien des accidents industriels majeurs en 1995, et revu par la suite en 2008 par la Société canadienne de génie chimique (SCGC, 2016). Ce critère d'acceptabilité du risque individuel est fonction des usages ou de l'aménagement du territoire. L'initiateur doit présenter les résultats sur une carte à l'échelle, en indiquant notamment la présence d'éléments sensibles le long du tracé.*

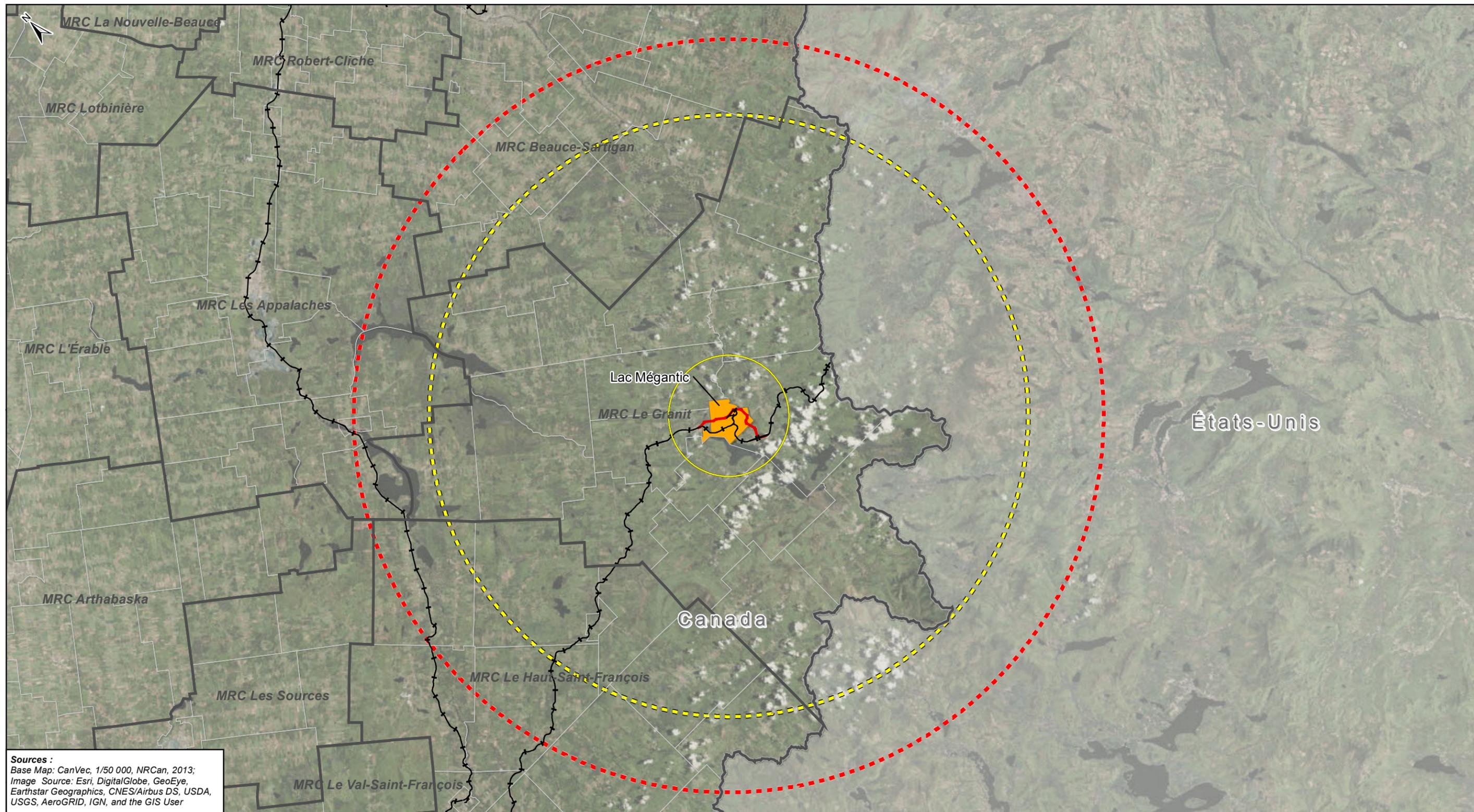
Réponse : L'étude de risque technologique est présentée à l'annexe 2.

Annexe 1

Réponses aux questions QC-125 et QC-126 :

Figures 5-2 à 5-14 avec nouvelle voie de contournement

Figures 5-2 à 5-4 et 5-9 à 5-11 avec rayons équivalents aux niveaux de conséquences AEGL-3



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Image Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye,
 Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA,
 USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User



- Condition météorologique: 1.5 F
 - Rayon de 50 000 m (AEGL-2 et AEGL-3)
- Condition météorologique: 3.0 D
 - Rayon de 39 939 m (AEGL-2)
 - Rayon de 8 040 m (AEGL-3)
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Limite municipale
- Limite de la MRC
- Limite internationale



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

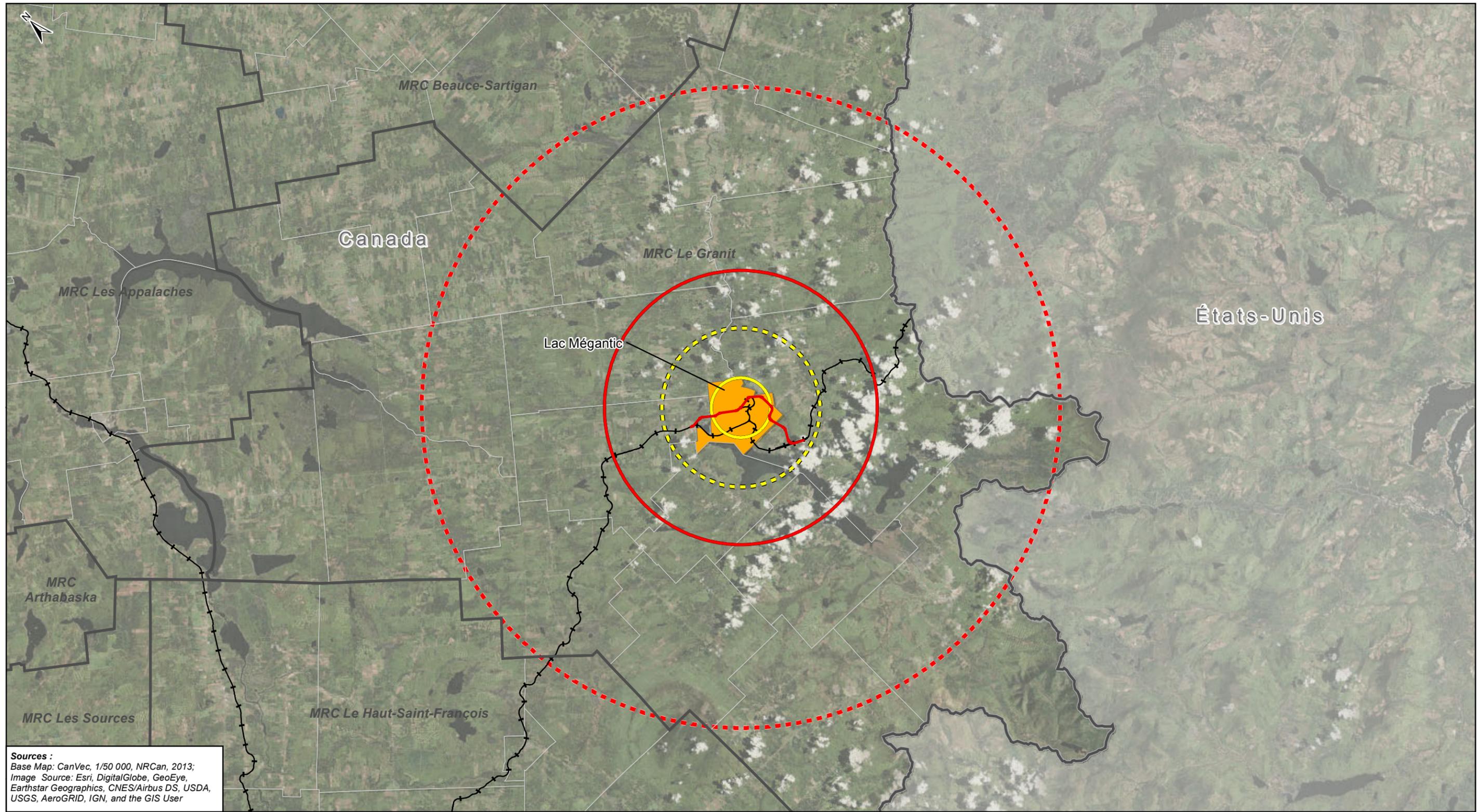
514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario normalisé –
 Substance toxique : Chlore

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:500 000 0 5 10 km	
No. FIGURE: 5-2	No.RÉV.: 00	

LMG_60344414_Figure5_2_080419



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Image Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye,
 Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA,
 USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User



- Condition météorologique:**
1.5 F
 - - - Rayon de 25 611 m (AEGL-2)
 ○ Rayon de 10 960 m (AEGL-3)
- Condition météorologique:**
3.0 D
 - - - Rayon de 6 348 m (AEGL-2)
 ○ Rayon de 2 391 m (AEGL-3)
- +— Chemin de fer
 — Voie de contournement
 □ Limite municipale
 □ Limite de la MRC
 □ Limite internationale

AECOM

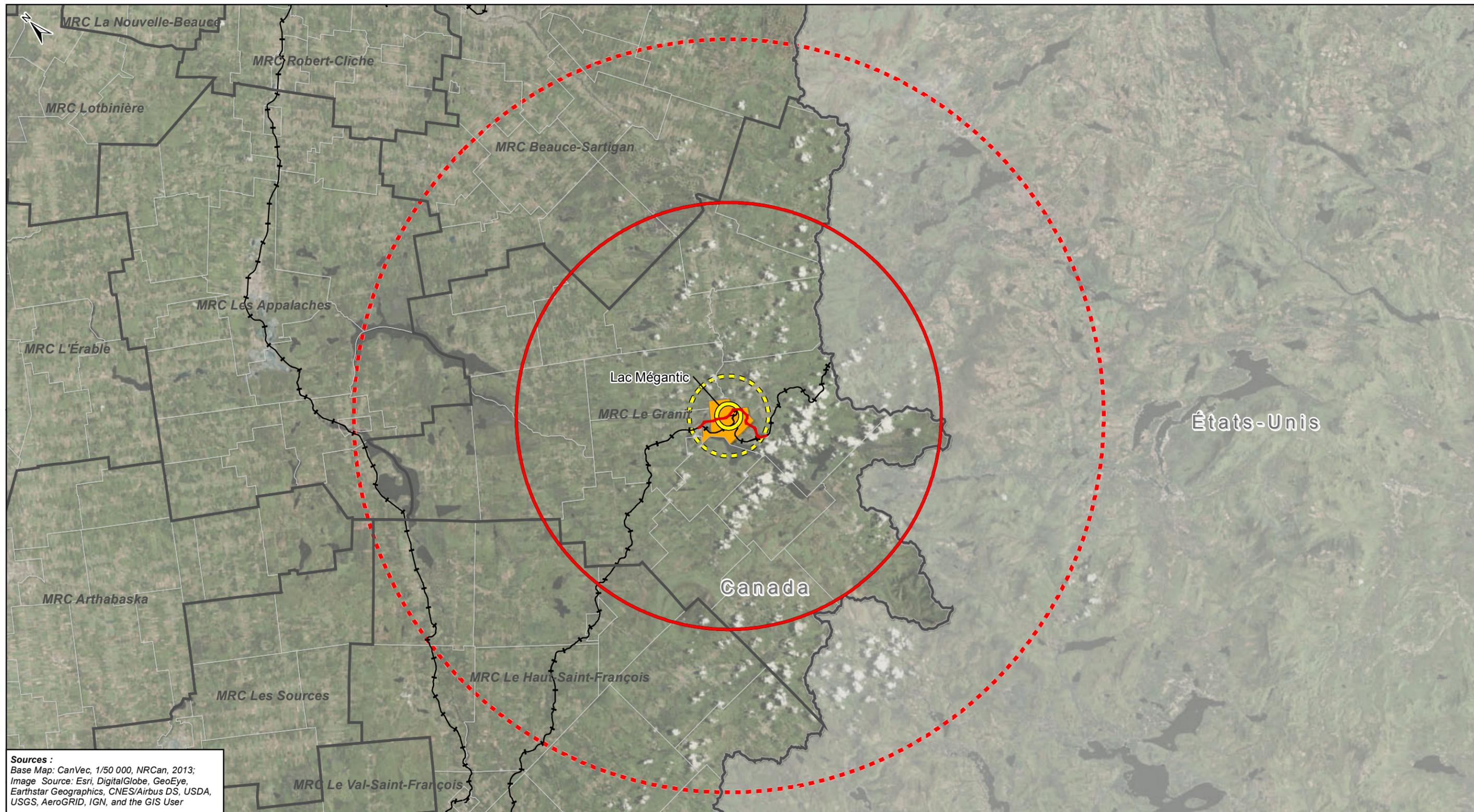
AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario normalisé –
 Substance toxique : Acide Chlorhydrique

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:300 000 0 2.5 5 km	No. RÉV.: 00
No. FIGURE: 5-3		
LMG_60344414_Figure5_3_080419		



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Image Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye,
 Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA,
 USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User



- Condition météorologique: 1.5 F**
- Rayon de 50 000 m (AEGL-2)
 - Rayon de 28 341 m (AEGL-3)
- Condition météorologique: 3.0 D**
- Rayon de 5 312 m (AEGL-2)
 - Rayon de 1 627 m (AEGL-3)
- Chemin de fer
 - Voie de contournement
 - Limite municipale
 - Limite de la MRC
 - Limite internationale



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

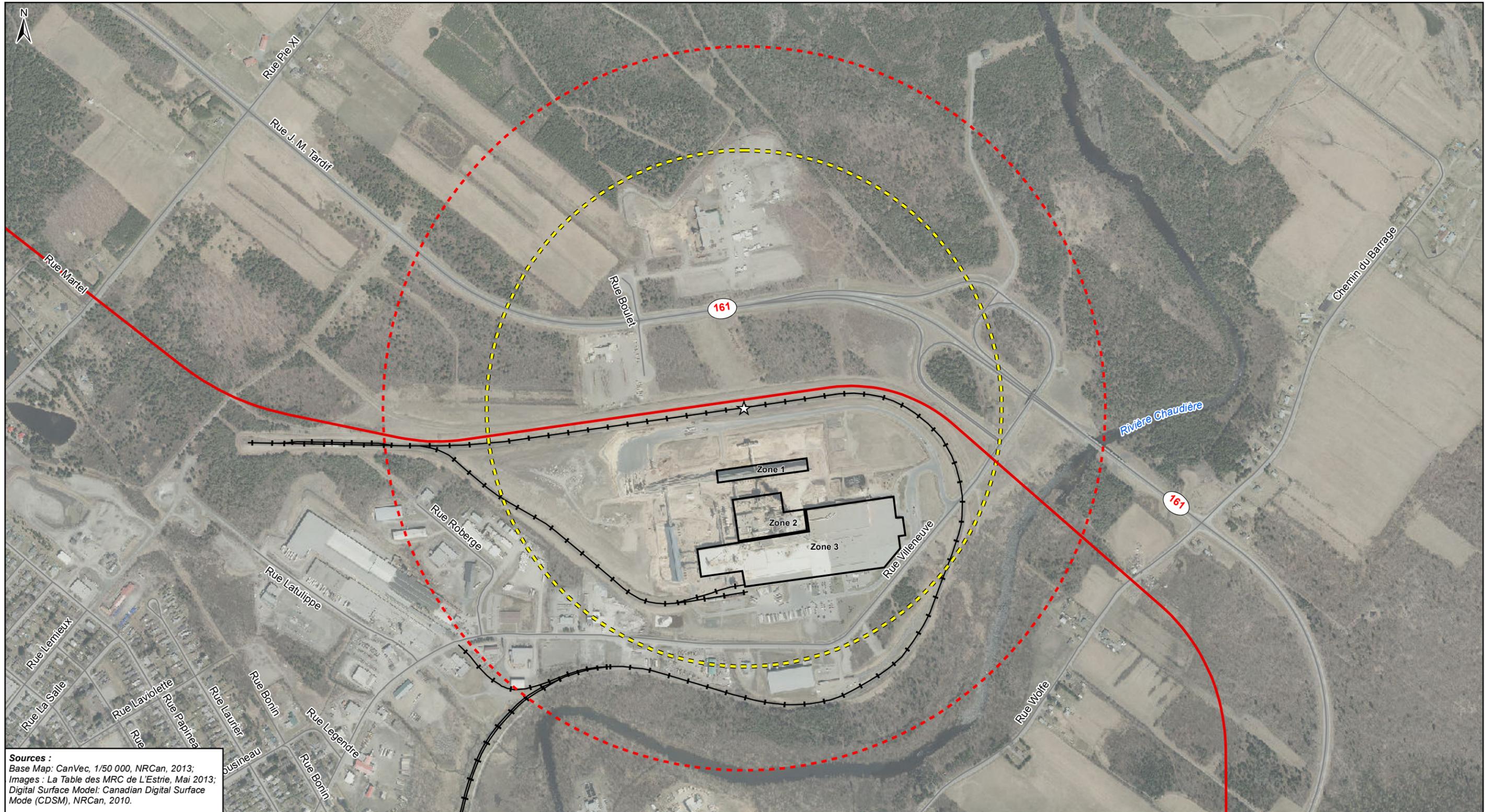
514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario normalisé -
 Substance toxique : Ammoniac

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:500 000	0 5 10 km
No. FIGURE: 5-4	No.RÉV.: 00	

LMG_60344414_Figure5_4_080419



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Conditions météorologiques

Nuage de concentration équivalente à
 50% de la limite inférieure d'explosivité

- Rayon de 816 m du wagon-citerne GPL (1,5 m/s (F))
- Rayon de 582 m du wagon-citerne GPL (3D)

Wagon-citerne GPL

- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:

Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:

Rayon d'impact scénario normalisé -
 Substance inflammable : GPL
 Radiation thermique par retour de flamme

CONÇU PAR:

A.S.

No. PROJET:

60344414

DATE:

Mars 2019

DESSINÉ PAR:

B.T.

ÉCHELLE:

1:8 500
 0 50 100 m

No. FIGURE: 5-5

No. RÉV.:

00

LMG_60344414_Figure5_5_280319



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Conditions météorologiques

Nuage de concentration équivalente à 22,5 kW/m²

Rayon de 265 m du wagon-citerne GPL (1,5 m/s (F) et 3D)

Durée de la boule de feu = 16 secondes

- ☆ Wagon-citerne GPL
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route

AECOM

AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:

Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:

Rayon d'impact scénario normalisé -
 Substance inflammable : GPL
 Impact par boule de feu

CONÇU PAR:

A.S.

DESSINÉ PAR:

B.T.

No. FIGURE: 5-6

No. PROJET:

60344414

ÉCHELLE:

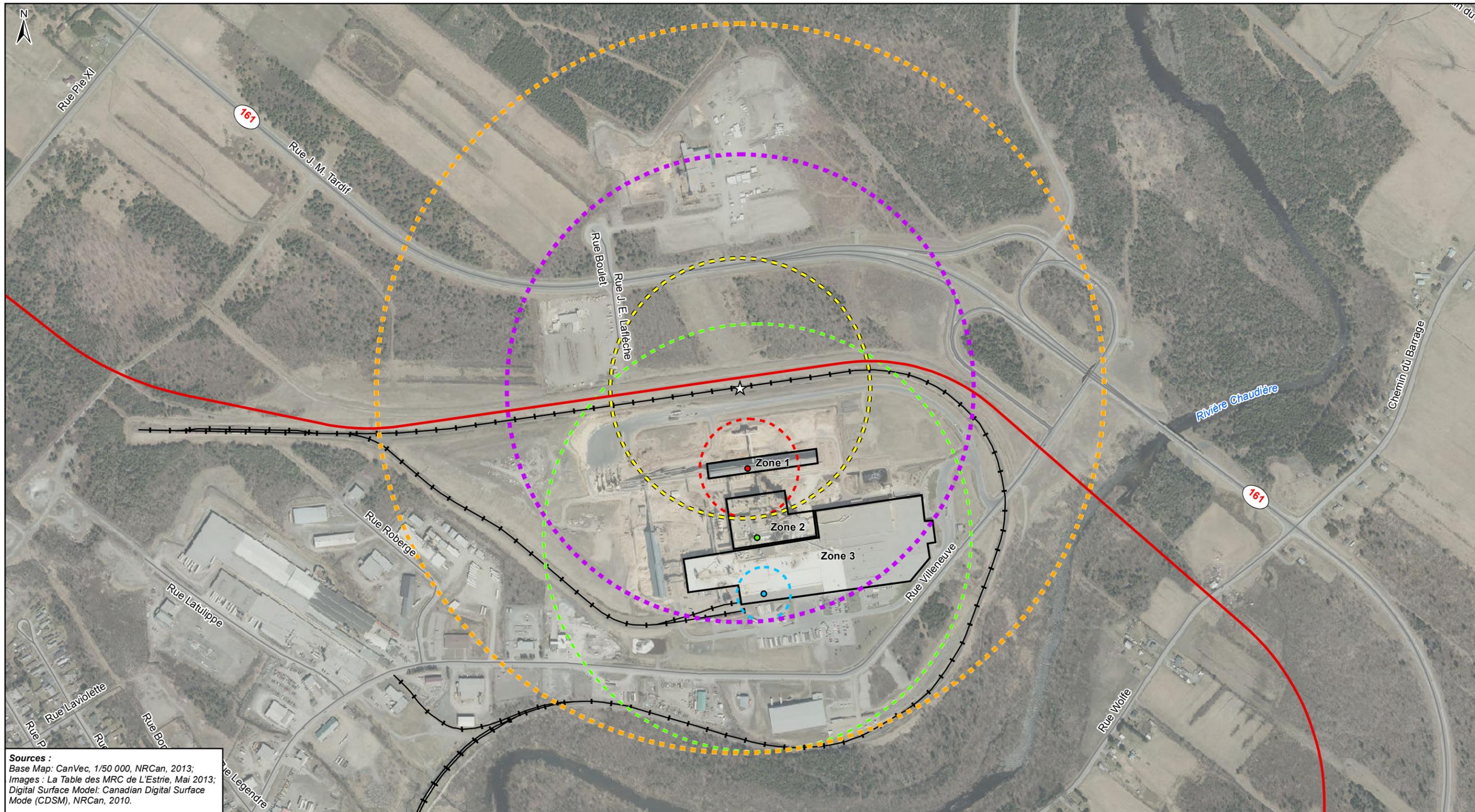
1:6 000

No. RÉV.: 00

DATE:

Mars 2019

LMG_60344414_Figure5_6_280319



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Conditions météorologiques 1.5F et 3D

Ignition de la zone 1

- Point d'ignition de la zone 1
- Rayon de 242 m du wagon-citerne GPL
- Rayon de 92 m avec ignition à 150 m du wagon

Ignition de la zone 2

- Point d'ignition de la zone 2
- Rayon de 678 m du wagon-citerne GPL
- Rayon de 398 m avec ignition à 280 m du wagon

Ignition de la zone 3

- Point d'ignition de la zone 3
- Rayon de 435 m du wagon-citerne GPL
- Rayon de 50 m avec ignition à 385 m du wagon

- ☆ Wagon-citerne GPL
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:

Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:

Rayon d'impact scénario normalisé -
 Substance inflammable : GPL
 Impact par explosion du nuage inflammable

CONÇU PAR:

A.S.

No. PROJET:

60344414

DATE:

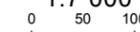
Mars 2019

DESSINÉ PAR:

B.T.

ÉCHELLE:

1:7 000



No. FIGURE: 5-7

No. RÉV.:

00

LMG_60344414_Figure5_7_280319



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Lac-Mégantic

Conditions météorologiques: 1.5 F

- Rayon de 1 007 m du wagon-citerne GPL (5 kW/m²)
- Rayon de 762 m du wagon-citerne GPL (1 psi)

- Wagon-citerne pétrole brut léger
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route

AECOM

AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:

Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:

Rayon d'impact scénario normalisé -
 Substance inflammable : Pétrole brut léger

CONÇU PAR:

A.S.

No. PROJET:

60344414

DATE:

Novembre 2016

DESSINÉ PAR:

B.T.

ÉCHELLE:

1:10 500

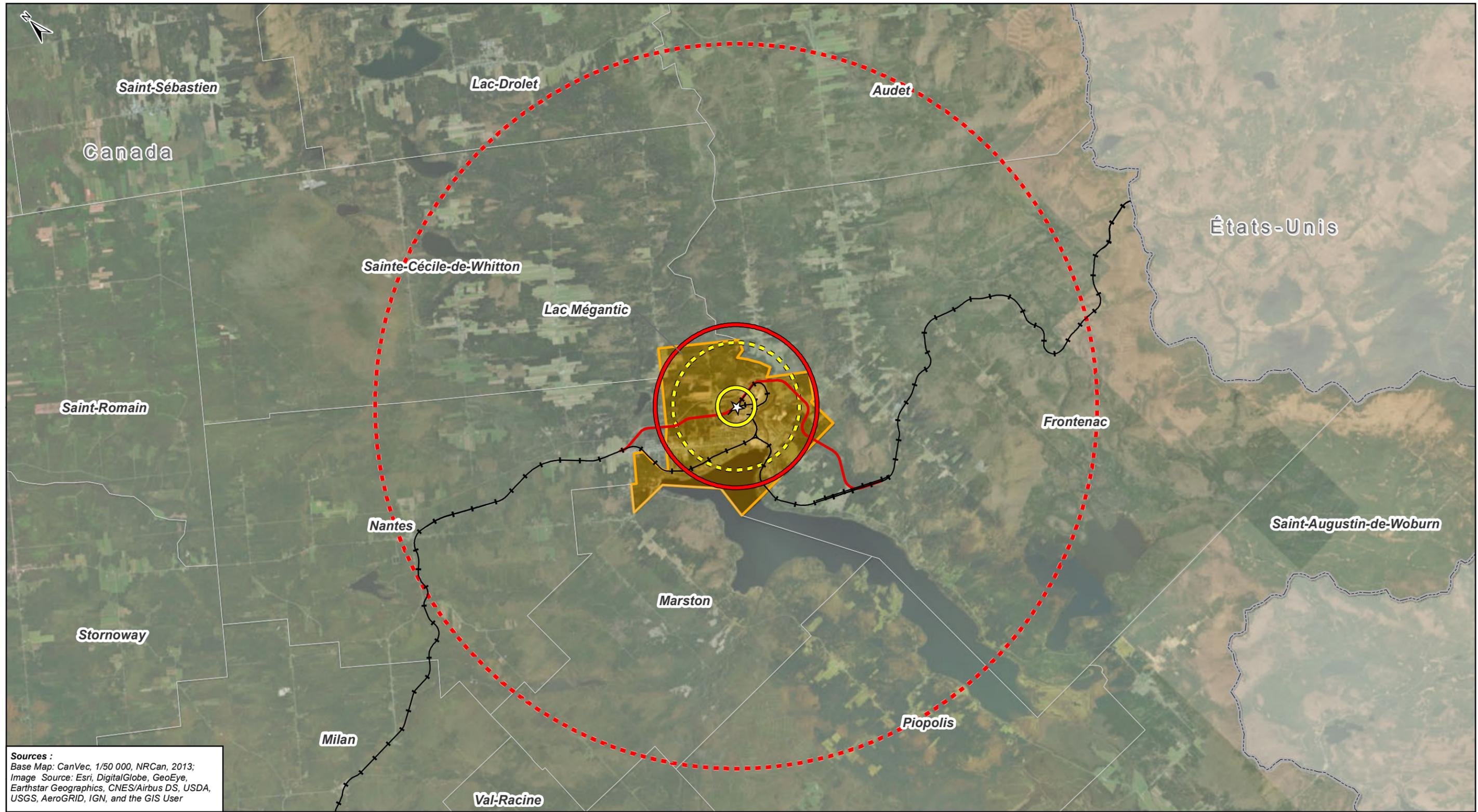
0 50 100 m

No. FIGURE: 5-8

No. RÉV.:

00

LMG_60344414_Figure5_8_280319



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Image Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye,
 Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA,
 USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User



- Condition météorologique: 1.5 F**
- Rayon de 12 552 m (AEGL-2 (60 minutes))
- Rayon de 2 822 m (AEGL-3)
- Condition météorologique: 3D**
- Rayon de 2 204 m (AEGL-2 (60 minutes))
- Rayon de 653 m (AEGL-3)
- Wagon-citerne à l'origine de la fuite
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Limite municipale
- Limite internationale



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario alternatif -
 Substance toxique : Chlore

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:130 000 0 0.5 1 km	
No. FIGURE: 5-9	No.RÉV.: 00	

LMG_60344414_Figure5_9_080419



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



- Condition météorologique: 1.5 F**
 Rayon de 1 481 m (AEGL-2 (60 minutes))
 Rayon de 633 m (AEGL-3)
- Condition météorologique: 3D**
 Rayon de 381 m (AEGL-2 (60 minutes))
 Rayon de 167 m (AEGL-3)

- ★ Wagon-citerne à l'origine de la fuite
 —+— Chemin de fer
 — Voie de contournement
 — Route



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

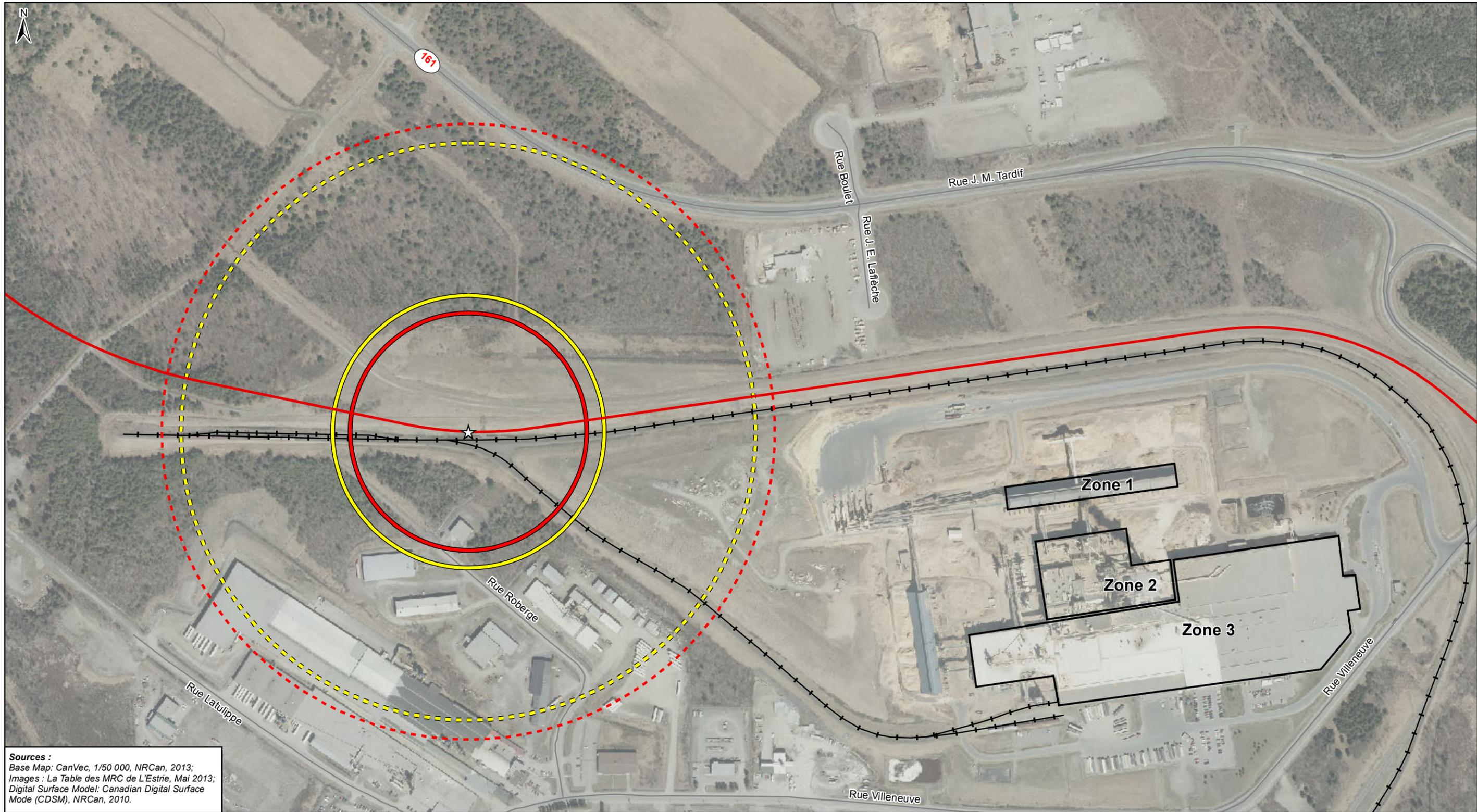
NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario alternatif –
 Substance toxique : Acide Chlorhydrique

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
--------------------	-------------------------	---------------------

DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:15 000 0 100 200 m
----------------------	-------------------------------------

No. FIGURE: 5-10	No. RÉV.: 00
------------------	--------------

LMG_60344414_Figure5_10_080419



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



- Condition météorologique: 1.5 F
 - Rayon de 368 m (AEGL-2 (60 minutes))
 - Rayon de 142m (AEGL-3)
- Condition météorologique: 3D
 - Rayon de 345 m (AEGL-2 (60 minutes))
 - Rayon de 163 m (AEGL-3)

- Wagon-citerne à l'origine de la fuite
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

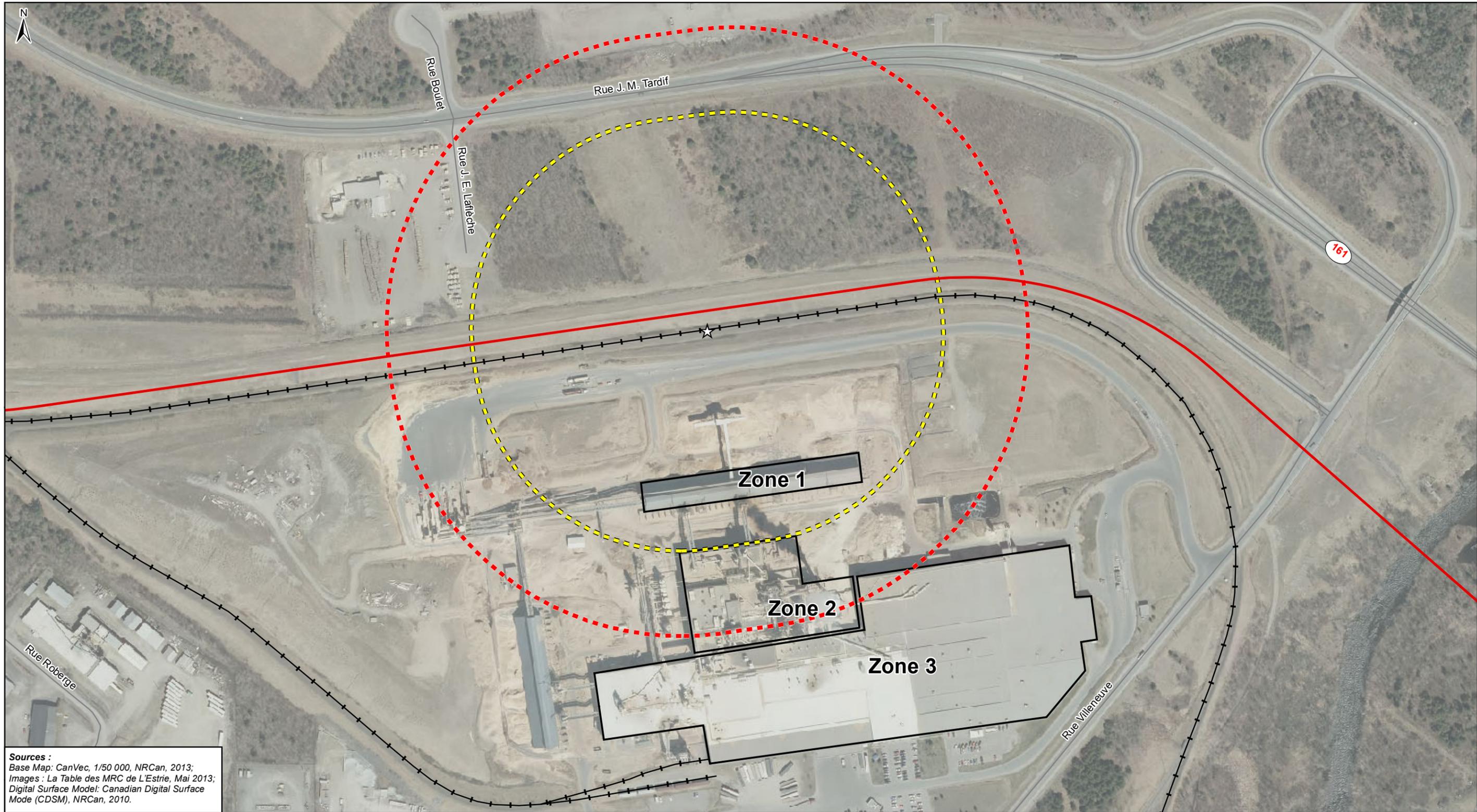
514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario alternatif -
 Substance toxique : Ammoniac

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:4 500 0 25 50 m	No. RÉV.: 00
No. FIGURE: 5-11		

LMG_60344414_Figure5_11_080419



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Conditions météorologiques

Nuage de concentration équivalente à 50% de la limite inférieure d'explosivité

- Rayon de 273 m du wagon-citerne GPL (1,5 m/s (F))
- Rayon de 194 m du wagon-citerne GPL (3D)

- Wagon-citerne GPL
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:

Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:

Rayon d'impact du scénario alternatif - GPL
 Radiation thermique par retour de flamme

CONÇU PAR:

A.S.

No. PROJET:

60344414

DATE:

Mars 2019

DESSINÉ PAR:

B.T.

ÉCHELLE:

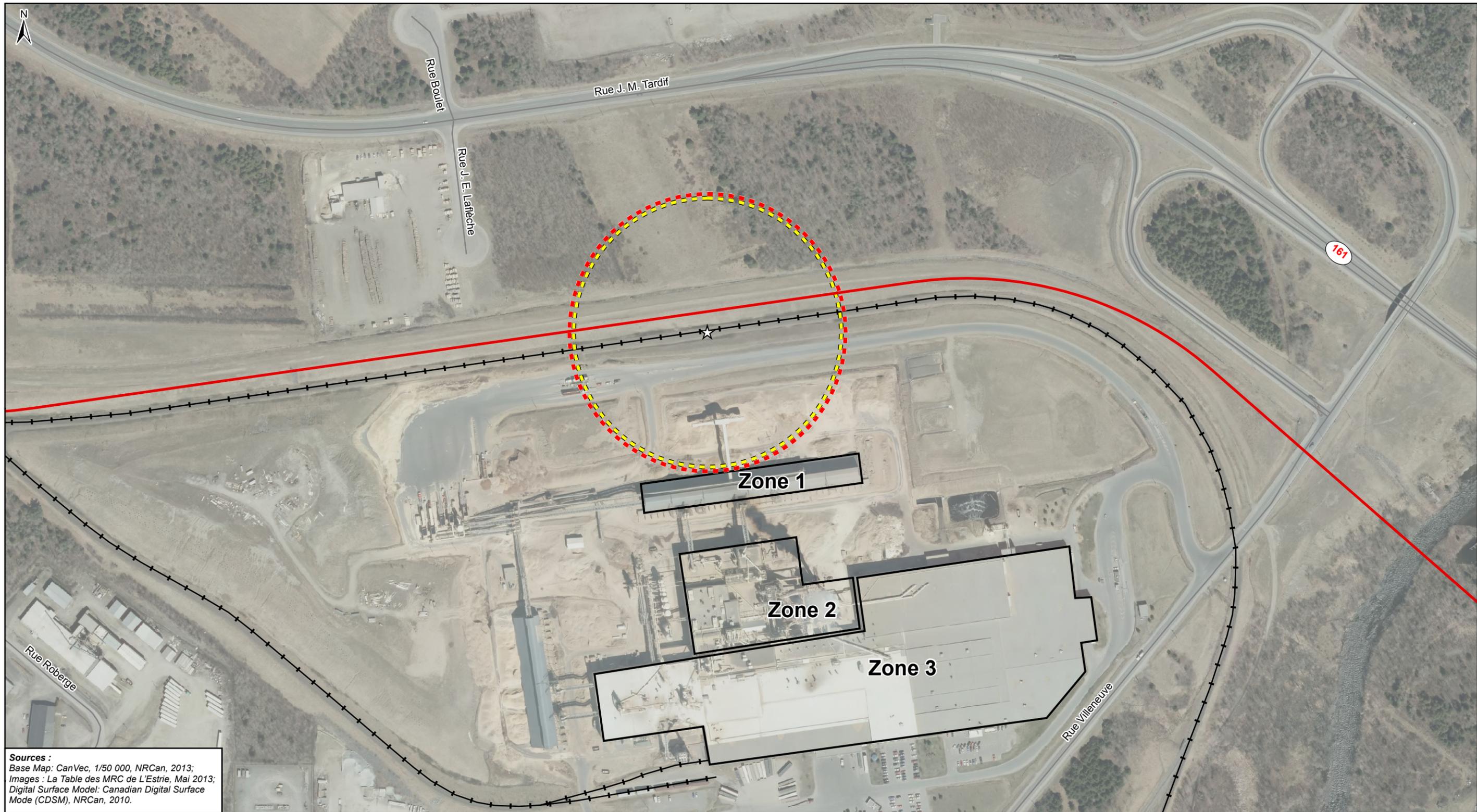
1:3 500

0 50 100 m

No. FIGURE: 5-12

No.RÉV.: 00

LMG_60344414_Figure5_12_280319



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Conditions météorologiques

Nuage de concentration équivalente à 5 kW/m²

Rayon de 129 m du wagon-citerne GPL (1,5 m/s (F))

Rayon de 125 m du wagon-citerne GPL (2 m/s (B))

Wagon-citerne GPL

Chemin de fer

Voie de contournement

Route

AECOM

AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:

Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:

Rayon d'impact du scénario alternatif - GPL
 Radiation thermique par feu de chalumeau

CONÇU PAR:

A.S.

No. PROJET:

60344414

DATE:

Mars 2019

DESSINÉ PAR:

B.T.

ÉCHELLE:

1:3 500

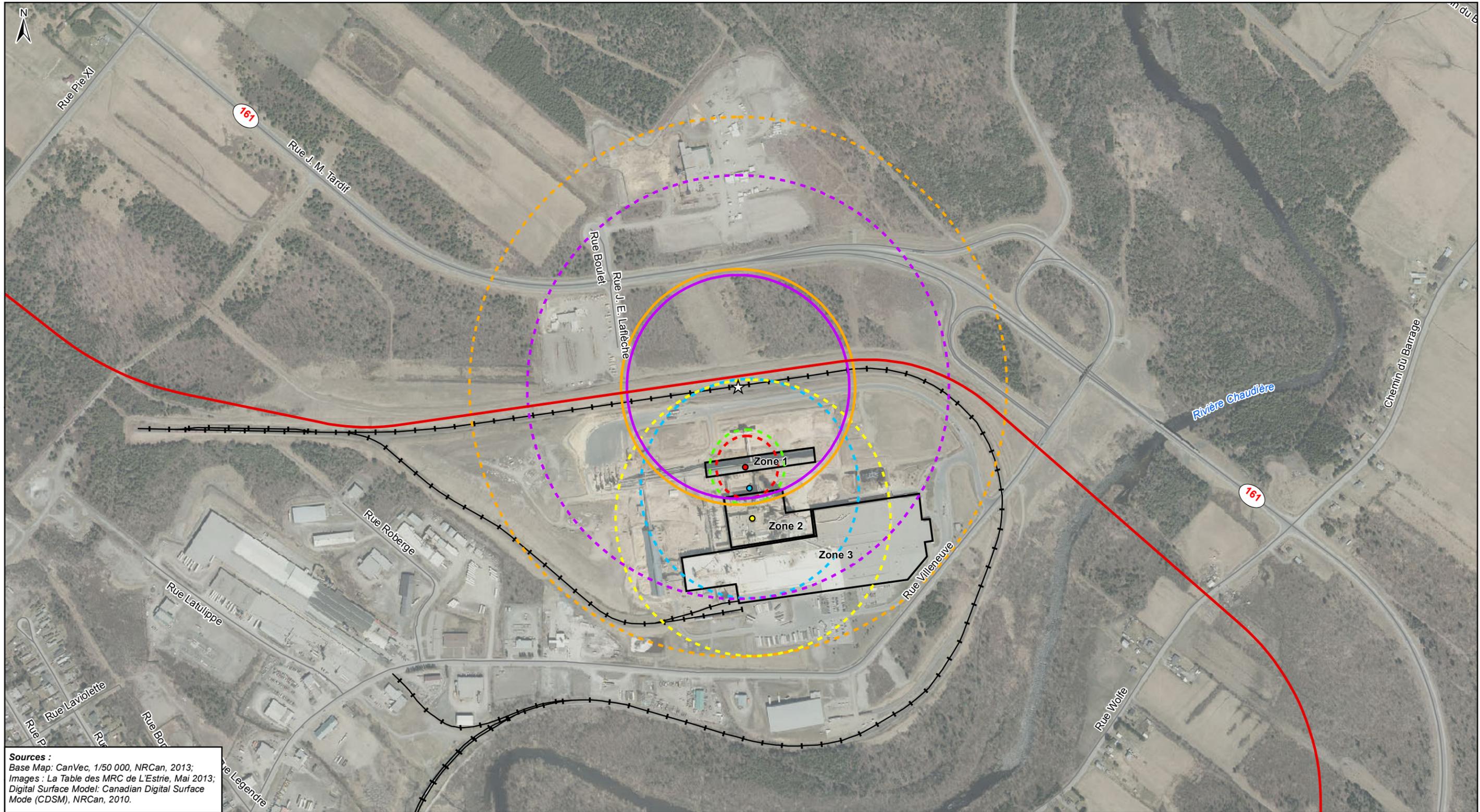
0 25 50 m

No. FIGURE: 5-13

No. RÉV.:

00

LMG_60344414_Figure5_13_280319



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Lac-Mégantic

Conditions météorologiques 1.5F et pire condition pendant le jour

Suppression par explosion (Late ignition) (TNO) - Zone 1

- 1.5F Rayon de 219 m par rapport à la source
- Rayon de 208 m par rapport à la source (2B)

Suppression par explosion (Late ignition) (TNO) - Zone 2

- 1.5F Rayon de 502 m par rapport à la source
- Rayon de 394 m par rapport à la source (3D)

Ignition de la zone 1

- Point d'ignition de la zone 1
- 1.5F Rayon de 70 m avec ignition à 150 m
- 2B Rayon de 58 m avec ignition à 150 m

Ignition de la zone 2

- Point d'ignition de la zone 2
- 1.5F Rayon de 257 m avec ignition à 245 m
- Point d'ignition de la zone 2 (3D)
- 3D Rayon de 204 m avec ignition à 190 m

- Wagon-citerne GPL
- Chemin de fer
- Voie de contournement
- Route



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Rayon d'impact scénario alternatif -
 Substance inflammable : GPL
 Impact par explosion du nuage inflammable

CONÇU PAR: A.S.	No. PROJET: 60344414	DATE: Mars 2019
DESSINÉ PAR: B.T.	ÉCHELLE: 1:7 000 0 50 100 m	No.RÉV.: 00
No. FIGURE: 5-14		LMG_60344414_Figure5_14_280319

Annexe 2
Étude de risque technologique

Étude de risque technologique dans le cadre de l'étude d'impact environnemental

Réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de la Ville de Lac-Mégantic sur le territoire des municipalités de Nantes, Lac-Mégantic et Frontenac

Projet 60344414 RÉPONSES AUX QUESTIONS – MELCC COMPLÉMENT No 3

29 mars 2019

Signatures

Rapport préparé par :



Le 10-04-2019

Michel Forest, ing.
Expert en risque technologique

Rapport préparé par :



Le 10-04-2019

Alexandre Bourget, ing., M.Sc.
Expert en modélisation avec SAFETI

Rapport vérifié par :



Le 10-04-2019

Laurence Goesel, M. ATDR.
Contrôle de la qualité

Table des matières

1	Introduction.....	8
1.1	Description du projet	8
1.2	Mise en contexte de l'analyse des risques d'accidents technologiques	8
2	Présentation des composantes du projet.....	10
2.1	Présentation des installations	10
2.1.1	Voie ferrée	10
2.1.2	Passages à niveau publics et privés.....	10
2.1.3	Matières actuellement transportées.....	11
2.2	Le projet et son environnement.....	11
2.2.1	Présentation de la zone d'étude	11
2.2.2	Identification des éléments sensibles.....	11
3	Méthodologie	15
4	Identification des dangers	17
4.1	Identification des dangers internes.....	17
4.1.1	Revue historique d'accidents	17
4.1.2	Identification des dangers liés aux produits transportés.....	18
4.1.3	Analyse de défaillances.....	21
4.1.4	Résumé des substances retenues	22
4.2	Identification des dangers externes	22
5	Identification des scénarios d'accidents	24
5.1	Généralités sur les scénarios	24
5.2	Substances pour les scénarios	24
5.3	Conditions d'exploitation utilisées.....	24
5.4	Scénarios normalisés	25
5.5	Scénarios alternatifs	25
6	Évaluation des conséquences.....	27
6.1	Méthodologie de calculs des rayons d'impact.....	27
6.1.1	Généralités	27
6.1.2	Outils de modélisation.....	27
6.1.3	Valeurs des seuils d'effets	27
6.1.4	Données météorologiques	29
6.1.6	Autres hypothèses retenues.....	30
6.1.7	Résultats de la modélisation – Conséquence (Rayons d'impact)	30
6.1.8	Effets dominos	35

6.1.8.1	Effets dominos vers une autre installation industrielle	35
6.1.8.2	Effets dominos vers une ligne électrique	35
7	Évaluation des fréquences d'accidents.....	36
7.1	Généralités.....	36
7.2	Probabilités de défaillance.....	36
7.2.1	Probabilités de défaillance pour les trains lors d'un déraillement.....	36
7.2.2	Probabilités de défaillance aux passages à niveau.....	37
7.2.3	Probabilités de défaillance liées à une fuite sur un train sans qu'il y ait accident.....	38
7.3	Probabilités d'ignition.....	39
7.3.1	Probabilité d'ignition immédiate.....	39
7.3.2	Probabilité d'ignition retardée.....	39
7.4	Probabilité lié à la direction des vents.....	39
8	Évaluation du risque individuel.....	41
8.1	Critères d'acceptation.....	41
8.2	Résultats de calcul du risque individuel.....	42
9	Mesures d'atténuation et recommandations.....	42

Liste des tableaux

Tableau 2.1	Population et superficie des municipalités traversées par la zone d'étude.....	13
Tableau 2.2	Nombre d'institutions publiques.....	13
Tableau 2.3	Nombre de commerces et industries.....	14
Tableau 4.1	Accidents ferroviaires au Canada considérés comme des catastrophes	17
Tableau 4.2	Caractéristiques de l'acide chlorhydrique concentré.....	18
Tableau 4.3	Caractéristiques de l'acide sulfurique (98,5 %).....	18
Tableau 4.4	Caractéristiques de l'ammoniac	19
Tableau 4.5	Caractéristiques du chlore.....	20
Tableau 4.6	Caractéristiques du GPL	20
Tableau 4.7	Caractéristiques du pétrole brut léger	21
Tableau 5.1	Conditions d'exploitation retenues pour les scénarios d'accidents	24
Tableau 5.2	Scénarios normalisés d'accidents (déraillement ou collisions aux passages à niveau)	25
Tableau 5.3	Scénarios alternatifs d'accidents	26
Tableau 6.1	Critères de vulnérabilité sélectionnés pour les effets toxiques - AEGL.....	28
Tableau 6.2	Conditions météorologiques considérées	29
Tableau 6.3	Rayons d'impact – Scénarios normalisés (substances toxiques)	31
Tableau 6.4	Rayons d'impact – Scénarios normalisés (substances inflammables)	32

Tableau 6.5	Rayons d'impact – Scénarios alternatifs (substances toxiques)	33
Tableau 6.6	Rayons d'impact – Scénarios alternatifs (substances inflammables)	34
. Tableau 7.1	Probabilité de défaillance générique liée au déversement de matières dangereuses lors de déraillement au Canada	37
. Tableau 7.2	Probabilité de défaillance générique liée au déversement de matières dangereuses lors de collisions aux passages à niveau au Canada	38
. Tableau 7.3	Probabilité de défaillance générique liée à une fuite sur un train sans qu'il y ait accident	39
Tableau 7.4	Probabilités d'ignition immédiate	40
Tableau 7.5	Probabilités d'ignition retardée par type de source d'ignition	40

Liste des figures

Figure 1.1	Voie ferrée future : subdivisions Sherbrooke et Moosehead	9
Figure 2.1	Zone d'étude.....	12
Figure 3.1	Diagramme de flux représentant la méthodologie de l'analyse de risques d'accidents technologiques utilisée	15

Liste des annexes

Annexe A Probabilité de défaillance générique

Annexe B Probabilités liées à la direction des vents

Annexe C Figure 8.2 Risque individuel autour de la future voie de contournement

1 Introduction

1.1 Description du projet

Le 6 juillet 2013, un train de la compagnie *Montreal, Maine and Atlantic Railways* (MMA) a déraillé dans le centre-ville de Lac-Mégantic. Constitué de cinq locomotives et de 72 wagons-citernes, ce train transportait du pétrole léger non raffiné. Ce déraillement a provoqué des explosions et des incendies qui ont causé la mort de 47 personnes et ont détruit une quarantaine d'édifices du centre-ville.

Les gouvernements du Québec et du Canada ont octroyé des fonds pour évaluer l'opportunité de relocaliser la voie ferrée à l'extérieur du centre-ville de Lac-Mégantic et à sécuriser définitivement le transport de marchandises dangereuses. Un projet de contournement ferroviaire du centre-ville de Lac-Mégantic, dont l'initiateur est la Ville de Lac-Mégantic, a vu le jour et a fait l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement (AECOM, 2018).

Historiquement, la voie ferrée qui traverse la ville de Lac-Mégantic a été le moteur du développement économique de la région. Lac-Mégantic est située stratégiquement sur le lien ferroviaire le plus court entre Montréal et les Maritimes. Cette voie ferrée est une voie internationale qui traverse aussi le Maine. Des compagnies de Lac-Mégantic dépendent du chemin de fer et la voie ferrée permet aussi d'attirer de nouveaux clients vers le parc industriel. L'économie régionale de Farnham jusqu'au Maine, incluant Lac-Mégantic, Magog, Sherbrooke, dépend de cette route pour l'exportation de biens produits. La voie ferrée de contournement restera une voie principale simple qui appartient à deux subdivisions différentes : la subdivision Sherbrooke et la subdivision Moosehead. La voie ferrée de contournement et ses deux subdivisions sont illustrées à la Figure 1.1.

1.2 Mise en contexte de l'analyse des risques d'accidents technologiques

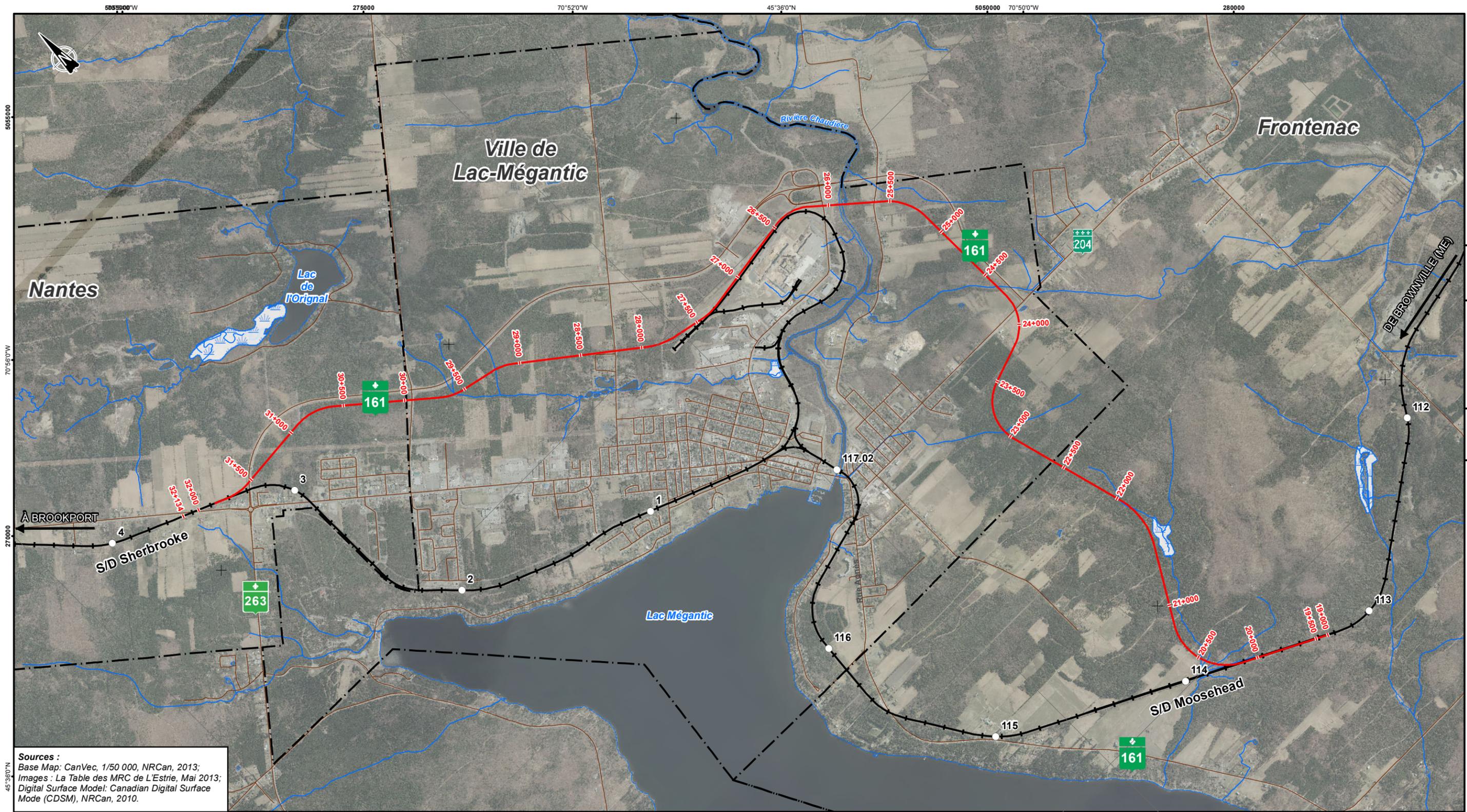
La présente étude de risque technologique constitue la réponse à la question QC-129 adressée à la Ville de Lac-Mégantic par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement pour le projet de réalisation d'une voie ferroviaire de contournement du centre-ville de lac-Mégantic.

La question QC-129 s'énonce comme suit :

QC-129 *L'initiateur doit quantifier le risque individuel sur l'ensemble de la voie ferroviaire de contournement et présenter les résultats en fonction du critère d'acceptabilité du risque individuel élaboré par le Conseil canadien des accidents industriels majeurs en 1995, et revu par la suite en 2008 par la Société canadienne de génie chimique (SCGC, 2016). Ce critère d'acceptabilité du risque individuel est fonction des usages ou de l'aménagement du territoire. L'initiateur doit présenter les résultats sur une carte à l'échelle, en indiquant notamment la présence d'éléments sensibles le long du tracé.*

Le présent rapport a été élaboré en tenant compte notamment :

- des exigences prescrites à la question QC-129 du MELCC contenue dans les « Questions et commentaires pour le projet de réalisation d'une voie ferroviaire contournant le centre-ville de la ville de Lac-Mégantic sur le territoire des municipalités de Nantes, Lac-Mégantic et Frontenac par la Ville de Lac-Mégantic - Dossier 3211-08-013. 20 septembre 2018 »;
- du « Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs » (édition 2017) du Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM);
- du Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs (édition 2002) du Ministère de l'Environnement du Québec;
- du « Risk Management Program Rule », 40 CFR 68.25 de l'Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA).



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface
 Mode (CDSM), NRCan, 2010.



- Point milliaire
- Tracé retenu
- Infrastructures de transport**
- Réseau routier
- Chemin de fer
- Sentier

- Limites**
- Limite municipale
- Hydrographie**
- Cours d'eau



AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
 Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic

NOM DU DESSIN:
 Voie ferrée future :
 Subdivisions Sherbrooke et Moosehead

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Mars 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 1:30 000	0 0.5 1 Km
No. CARTE: 1.1	No.RÉV.: 1A	

Figure 1.1 - Voie ferrée future - subdivisions Sherbrooke et Moosehead

2 Présentation des composantes du projet

2.1 Présentation des installations

2.1.1 Voie ferrée

La nouvelle voie ferrée de contournement a une longueur totale de 12 800 mètres. La subdivision Moosehead débute à Brownville, Maine, et prend fin à la gare historique de Lac-Mégantic. La subdivision Sherbrooke débute à la gare de Lac-Mégantic et prend fin à la gare de Sherbrooke.

Plus précisément du côté est, le point de raccordement de la voie ferrée de contournement se situe en territoire forestier, au P.M 113.4 de la subdivision Moosehead. De ce point jusqu'à la route 204, la voie se dirige vers le nord, du côté ouest des montagnes, pour ensuite tourner en direction est puis en direction nord avant de traverser la route 204, à l'est de l'intersection des routes 204/161. De la route 204 à la rivière Chaudière, la voie continue vers le nord, en longeant la route 161 du côté ouest. Par la suite, la voie tourne vers l'ouest et franchit la rivière Chaudière par un pont au sud du pont routier existant, parallèle à ce dernier (voir figure 1.1). Cette portion de la voie ferrée est descendante.

De la rivière Chaudière à la rue Pie-XI, après le pont sur la rivière Chaudière, la voie tourne en direction sud-ouest et longe les voies du parc industriel au sud de la route 161. Elle tourne ensuite en direction ouest pour arriver à la rue Pie-XI, à une distance de 545 m au sud de la route 161. De la rue Pie-XI au point de raccordement ouest (PM 3.01 subdivision Sherbrooke), la voie continue en direction ouest et traverse le 10^e Rang à 89 m au sud de la route 161. Elle longe ensuite la route 161 de façon parallèle et tourne en direction sud-ouest pour traverser la route 161 au passage à niveau existant avant de rejoindre la voie existante (voir figure 1.1). Cette portion de la voie ferrée est ascendante.

2.1.2 Passages à niveau publics et privés

La nouvelle voie ferrée de contournement comprend cinq passages à niveau publics sur des voies routières, soit, de l'est vers l'ouest, aux croisements (les localisations et les caractéristiques techniques de ces passages à niveau sont présentées dans le tableau 3.13 de l'étude d'impact) :

- de la rue Wolfe/chemin du Barrage;
- de la rue Villeneuve;
- de la rue Pie-XI;
- du 10^e Rang;
- de la route 161.

Chaque passage à niveau public sera protégé par des barrières et muni d'un système d'avertissement sonore et lumineux.

Dans la partie est du tracé retenu, il y a six chemins de ferme utilisés à des fins agricoles ou d'accès aux terrains boisés. Les propriétaires de ces chemins auront également droit à des passages à niveau privés considérant que leurs terrains actuels seraient coupés par la nouvelle voie ferrée.

2.1.3 Matières actuellement transportées

Selon les informations disponibles sur le site de Transports Canada, 70 % du tonnage de marchandises dangereuses est transporté par mode routier, 24 % par mode ferroviaire, 6 % par mode maritime et moins de 1 % par voie aérienne. Les marchandises dangereuses les plus transportées sont le pétrole brut, l'essence et le mazout. Les données compilées par le North American Freight, Car Market, démontrent qu'il y a environ un million de barils de pétrole brut par jour transportés par train à l'heure actuelle en Amérique du Nord. Cette quantité devrait augmenter pour atteindre 4,5 millions de barils par jour au cours des 10 prochaines années en Amérique du Nord.

Selon le Bureau de la sécurité des transports du Canada, les produits pétroliers transportés, seulement par les compagnies ferroviaires canadiennes de catégorie 1, sont passés de 500 wagons complets en 2009 à 160 000 wagons complets en 2013. Les produits pétroliers tous confondus ont représenté plus de 30 % du volume de marchandises dangereuses transportées par voie ferrée au cours de l'année 2014. Parmi les autres matières dangereuses transportées, on retrouve principalement les matières suivantes :

- L'acide sulfurique;
- Les autres produits chimiques de base (ex : acide chlorhydrique, ammoniac, chlore, chlorate de sodium, glycol, GPL, etc.).

Plus spécifiquement, trois trains dans chaque direction circulent hebdomadairement sur la voie ferrée qui traverse la ville de Lac-Mégantic. Actuellement, trois types de matières dangereuses y circulent : le gaz de pétrole liquéfié (UN 107550), l'acide sulfurique (UN 183048) et le chlorate de sodium (UN 149548). La quantité moyenne de gaz de pétrole liquéfié (GPL) par wagon est de 59,5 tonnes et la quantité moyenne d'acide sulfurique est de 92 tonnes. Les trains en direction ouest transportent des wagons vides ayant contenu l'une de ces matières, tandis que les wagons circulant en direction est sont pleins. Aucun wagon transportant du pétrole brut n'a circulé en 2016 sur ces voies ferrées, toutefois, la CMQR possède toutes les autorisations nécessaires pour transporter du pétrole et pourrait donc le réaliser si la demande se présente.

2.2 Le projet et son environnement

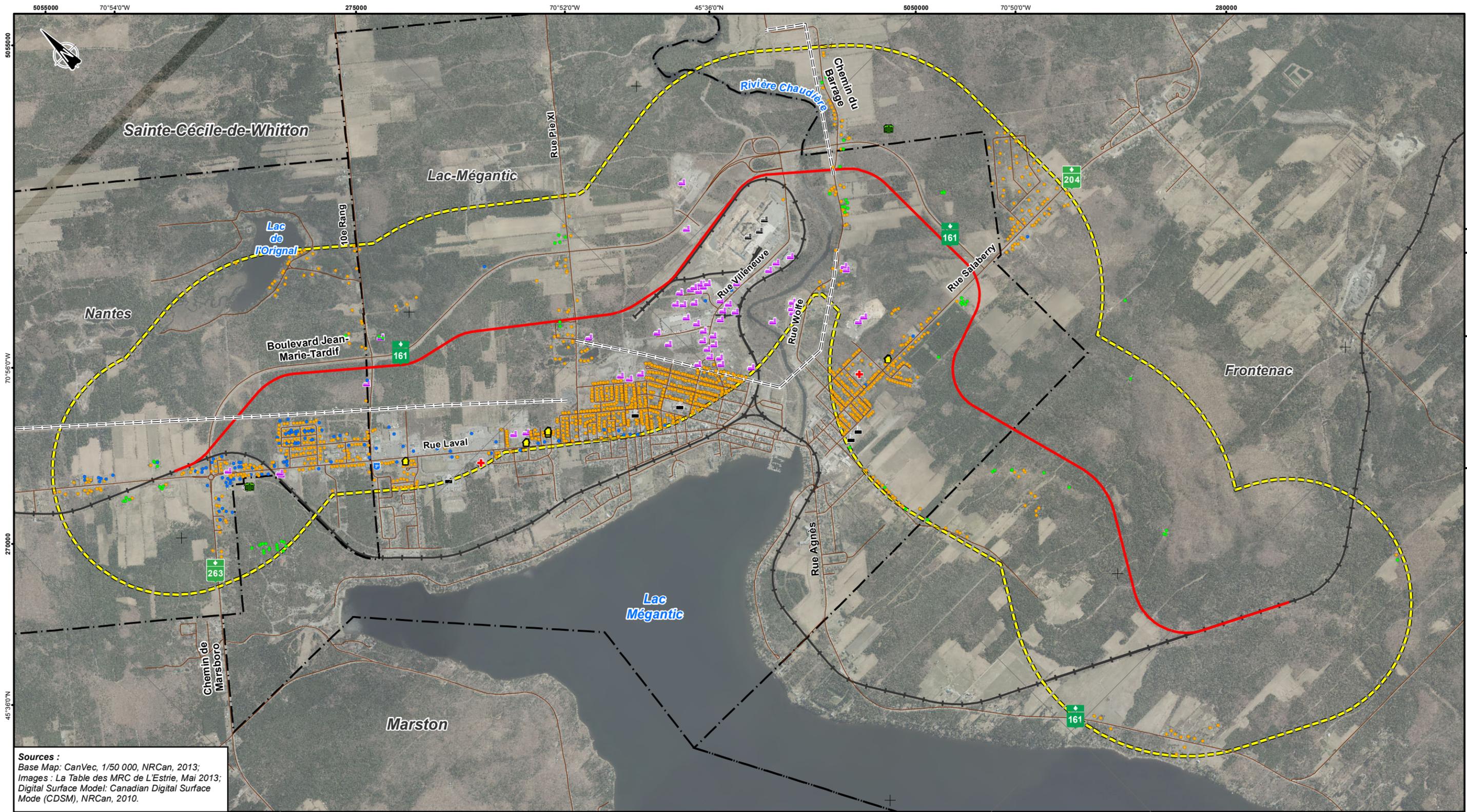
2.2.1 Présentation de la zone d'étude

Pour délimiter la zone d'étude, une distance de 1 000 mètres de part et d'autre du tracé a été considérée, de manière à inclure les principaux éléments structurants du voisinage. La zone d'étude retenue est illustrée à la figure 2.1.

2.2.2 Identification des éléments sensibles

Différents éléments sensibles, aussi appelés éléments récepteurs, entourant le trajet qui sera emprunté par les trains ont été pris en considération aux fins de l'analyse des risques individuels, afin d'évaluer le niveau d'acceptabilité des risques en fonction des critères établis par le Conseil canadien des accidents industriels majeurs (CCAIM) (voir section 9.1) et également parce qu'ils peuvent représenter des sources potentielles d'ignition en cas de fuites de produits pétroliers incluant le pétrole brut léger et le GPL. Il s'agit notamment de :

- population (densité);
- institutions publiques;
- commerces et industries;
- autres éléments sensibles (lignes électriques à haute tension et voies de transport).



Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface Mode (CDSM), NRCan, 2010.



Lac-Mégantic

Limites

- Limite municipale
- Limite de la zone d'étude

Infrastructures de transport

- Réseau routier
- Voie de contournement
- Chemin de fer

Récepteurs sensibles

- Résidentiel
- Commercial
- École
- + Hôpital/CHSLD

==== Ligne de transport d'énergie

- Résidence pour personne âgée
- Institutionnel
- Agricole
- ⊙ Centre sportif /piscine
- Industrie lourde
- Industrie légère
- Poste de police



AECOM

AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
www.aecom.com

514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
**Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic**

NOM DU DESSIN:
Localisation de la zone d'étude

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019	
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 0 0.5 1 Km	1:30 000	
No. CARTE: 2.1	No.RÉV.: 1A		

Figure 2.1 - Localisation de la zone d'étude

Population et densité de population

Les données sur la population sont établies à partir de l'information contenues dans l'étude d'impact sur l'environnement (AECOM, 2018) et dans laquelle on retrouve le nombre d'habitants recensés de part et d'autre de la zone d'étude. Le tableau 2.1 présente le nombre d'habitants par municipalité basé sur la compilation faite par la MRC du Granit (2013) et actualisée par AECOM (2017).

Tableau 2.1 Population et superficie des municipalités traversées par la zone d'étude

Villes et municipalités	Population	Densité de population (hab./km ²)
Lac-Mégantic	6 200	485
Nantes	510	103
Frontenac	360	36
TOTAL	7 070	255

(1) Référence : compilation faite par la MRC du Granit (2013) et actualisée par AECOM (2017).

Institutions publiques

Les institutions publiques, telles les écoles, résidences pour personnes âgées, CLSC, hôpitaux, centres sportifs et bâtiments gouvernementaux, ont également été recensés dans la compilation faite par la MRC du Granit (2013) et actualisée par AECOM (2017) et sont présentés dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2 Nombre d'institutions publiques

Institutions publiques	Nombre
École et cégep	5
Résidence pour personnes âgées	11
CLSC, Hôpital	2
Centre sportif/piscine	1
Bâtiment gouvernemental, communautaire (poste de police)	1
TOTAL	25

(1) Référence : compilation faite par la MRC du Granit (2013) et actualisée par AECOM (2017).

Commerces et industries

Les commerces et industries ont également été recensés dans la compilation faite par la MRC du Granit (2013) et actualisée par AECOM (2017) et sont présentés dans le tableau 2.3. Il en ressort que l'on retrouve dans la zone d'étude essentiellement des infrastructures à vocation agricole, des commerces et des industries légères. On retrouve également une usine de production de panneaux d'aggloméré (industrie lourde).

Tableau 2.3 Nombre de commerces et industries

Commerces et industries	Nombre
Agricole et camping	74
Commerce	125
Industrie légère	57
Industrie lourde	1
TOTAL	286

(1) Référence : compilation faite par la MRC du Granit (2013) et actualisée par AECOM (2017).

Autres éléments sensibles

Les autres éléments sensibles concernent les lignes électriques. Les effets dominos potentiels liés à ces éléments sensibles sont traités à la section 6.1.7.

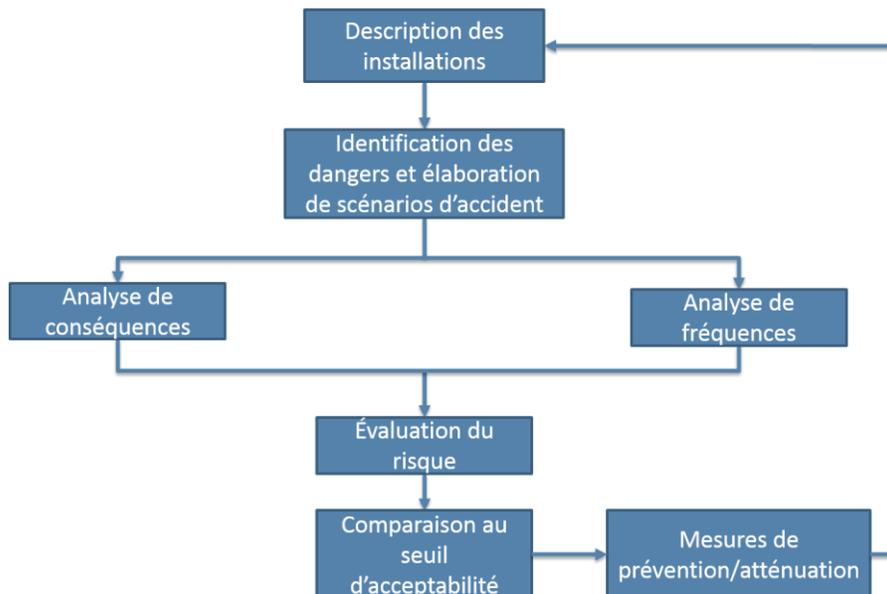
3 Méthodologie

L'analyse des risques d'accidents technologiques vise ultimement à évaluer les risques individuels pour la population en raison des risques d'incendie, d'explosion et d'effet toxique reliés à la présence des trains sur la nouvelle ferrée de contournement. La méthodologie d'évaluation de risques (Figure 3.1) utilisée est conforme aux directives du MELCC et se réfère au Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs (édition 2017) du Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM) et au Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs (Juin 2002) du MENV. Il est à noter que le Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs (CRAIM), de même que le Guide du MENV ont été développés principalement pour des sites industriels comportant des réservoirs d'entreposage et des composantes de procédés industriels, et non pour des trains, toutefois, la même méthodologie peut être adaptée à ce contexte.

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

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

Figure 3.1 Diagramme de flux représentant la méthodologie de l'analyse de risques d'accidents technologiques utilisée



Aux fins de la présente analyse de risques, les conditions d'exploitation ont été choisies pour représenter les effets de conséquences maximales et le risque individuel le plus élevé qui pourrait être obtenu en fonction des données disponibles. Parce que cette approche a été appliquée aux différents paramètres utilisés, elle nous assure d'avoir le plus haut niveau de confiance possible dans les résultats obtenus grâce à une surestimation du risque. L'identification des dangers est la première étape de l'analyse d'accidents technologiques (voir section 4). À cette étape, les dangers aussi bien internes qu'externes sont analysés. Les dangers sont notamment évalués à partir d'une revue historique des accidents pour des trains comparables, des accidents de trains le long de la voie

ferrée qui sera empruntée par les trains, de l'identification des dangers liés au produit transporté et de l'analyse des défaillances.

Les scénarios d'accidents (section 5) sont élaborés et définis à partir des différents dangers identifiés. Pour les trains transportant des matières dangereuses, il s'agit essentiellement de scénarios d'incendie, d'explosion et de toxicité liés à des brèches de diverses dimensions pouvant se produire en cas de fuite sur le train. La méthodologie utilisée pour la présente analyse s'inspire de celle recommandée dans le « Guide de gestion des accidents industriels majeurs » (version 2017) du CRAIM et le document « Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis » de l'Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis (U.S. E.P.A.). Il s'agit d'une méthode d'évaluation des risques basée sur l'évaluation de scénarios normalisés (« Worst Case Scenario ») et de scénarios alternatifs d'accidents.

Un scénario normalisé d'accident pour les matières gazeuses et liquides est défini comme étant la perte de confinement de la plus grande quantité d'une matière dangereuse qui résulterait de la rupture d'un contenant ou d'une tuyauterie sur une période de 10 minutes, sous les pires conditions météorologiques. Ces scénarios tiennent compte des systèmes de protection passifs, mais non des systèmes de protection actifs tels que les détecteurs. Le scénario normalisé d'accident constitue un outil de diagnostic préliminaire et a très peu de chance de survenir. Ces scénarios sont utilisés pour déterminer les pires conséquences lors de la planification des mesures d'urgence. Les scénarios alternatifs ont été développés à partir de différentes dimensions de brèche, telles que retrouvées dans la littérature spécialisée sur ce sujet. Ceux-ci représentent des situations plus plausibles. L'ensemble de ces scénarios ont servis de base pour le calcul du risque individuel.

Ces scénarios sont par la suite soumis à l'analyse des conséquences (section 6) avec le logiciel PHAST de DNV-GL version 8.11. Les scénarios d'incendie sont évalués en termes d'effet de radiation thermique tandis que les scénarios d'explosion sont évalués en fonction des effets de surpression. Les scénarios de toxicité sont évalués en fonction du seuil de concentrations des substances toxiques dans l'air.

Parallèlement à l'analyse des conséquences, une analyse des fréquences d'accidents (section 7) est effectuée. L'analyse des fréquences prend en compte notamment les probabilités de défaillance générique des équipements, d'ignition, d'exposition liée à la direction des vents et de la présence d'un individu. Les fréquences sont évaluées en fonction de différentes dimensions de brèches entraînant des fuites.

Les résultats de l'évaluation des fréquences et des conséquences sont combinés avec le logiciel SAFETI de DNV-GL version 8.11 de manière à estimer le risque individuel annuel en termes de niveau de risque en fonction des distances par rapport à la voie ferrée (section 8). Le risque individuel est défini comme étant la probabilité de décès sur une période donnée d'une personne non protégée présente à un point fixe et qui ne peut s'éloigner de la zone à risque.

Le trajet du train a par la suite été examiné en fonction des distances obtenues en considérant les différents récepteurs sensibles se trouvant à l'intérieur de ces limites. Ces résultats ont été comparés aux critères d'acceptabilité des risques individuels développés par le CRAIM (cf. : Guide de gestion des risques industriels majeurs » (édition 2017) du Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM), section 6.2).

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

4 Identification des dangers

4.1 Identification des dangers internes

4.1.1 Revue historique d'accidents

Une revue de données compilées par le Bureau de la sécurité des transports (BST) a été effectuée afin d'identifier les risques et les conséquences probables associés aux accidents impliquant le transport de matières dangereuses par voie ferrée.

Au Canada, entre 1995 et 2015, ont eu lieu 10 accidents considérés comme des catastrophes et qui ont marqué les collectivités de par l'ampleur des impacts (Tableau 4.1).

Tableau 4.1 Accidents ferroviaires au Canada considérés comme des catastrophes

Endroit	Type d'accident	Année	Matière impliquée	Volume déversé
Gogama et première nation de Mattagami (ON)	Déraillement et incendie	2015	Pétrole brut	4 550 000 Litres
Gainsford (AB)	Déraillement et incendie	2013	Pétrole brut et GPL	--
Lac-Mégantic (QC)	Déraillement, incendie et explosion	2013	Pétrole brut	5 560 000 Litres
Bellefleur (NB)	Déraillement	2007	Produits inflammables	--
Estevan (SK)	Déraillement	2004	Ammoniac anhydre	Pas de déversement
Canton de Tyendenaga (ON)	Collision et explosion	2003	Matières dangereuses	--
Brantford (ON)	Déraillement	2002	Résidus de butylène et butane	Pas de déversement
Mont St-Hilaire (QC)	Déraillement et explosion	1999	Produits pétroliers	--
Portage La Prairie (MB)	Déraillement et déversement	1998	Glycol	--
Hervey Junction (QC)	Déraillement et déversement	1995	Acide sulfurique	234 000 Litres

Les données du BST indiquent par ailleurs, pour la période 2003-2012, une augmentation du nombre d'incidents impliquant une fuite de matières dangereuses à partir de l'année 2010. La grande majorité de ces incidents concernent cependant de petites quantités de produits, déversées involontairement pendant le transport sans qu'il y ait accident. Par contre, le nombre d'accidents avec présence de matières dangereuses et le nombre d'accidents avec déversement de matières dangereuses sont constants.

Aux États-Unis, selon les données de la PHMSA, 8 240 accidents ferroviaires impliquant des matières dangereuses ont eu lieu entre 2004 et 2014. Les liquides inflammables sont impliqués dans 48 % des accidents, les substances corrosives dans 25 % d'entre eux et les gaz dans 13 %.

Lorsque l'analyse est effectuée en fonction du nombre de personnes décédées, blessées et hospitalisées et blessées non hospitalisées à la suite d'un accident impliquant des matières dangereuses, il est observé que les substances toxiques comme le chlore et l'ammoniac ainsi que les substances corrosives comme les acides chlorhydrique et sulfurique arrivent en tête de liste, suivies par les substances inflammables.

4.1.2 Identification des dangers liés aux produits transportés

L'ensemble des matières dangereuses identifiées aux sections précédentes font l'objet d'une description de leurs principales caractéristiques en termes de dangers ci-après.

A) Acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique est vendu commercialement dans des concentrations de HCl allant de 28 % à 35 %. Son grade commercial le plus volatil est de 35 % (22 °Bé). À cette concentration, l'acide chlorhydrique a une volatilité modérée (13,3 kPa de pression de vapeur à 20 °C). Les solutions d'acide chlorhydrique concentrées sont très toxiques par inhalation et sont aussi très corrosives. L'exposition aux vapeurs et aux brouillards cause une irritation de la peau, des yeux et des voies respiratoires. L'exposition à de fortes concentrations de vapeurs d'acide chlorhydrique (1 000 à 2 000 ppm) peut causer de l'œdème pulmonaire. Il est extrêmement irritant au contact de la peau et peut causer chez l'homme des brûlures sévères à la peau, aux paupières et aux yeux et rendre aveugle. Le tableau 4.2 qui suit présente les caractéristiques de ce composé les plus pertinentes dans le cadre de cette étude.

Tableau 4.2 Caractéristiques de l'acide chlorhydrique concentré

Paramètres	Acide chlorhydrique		
Composition	18 °Bé (27,9 %)	20 °Bé (31,5 %)	22 °Bé (35,2 %)
Pression de vapeur à 20 °C ⁽¹⁾	1,9 kPa	3,2 kPa	13,3 kPa
pH	Inférieur à 2		
Densité relative liquide à 20 °C ⁽¹⁾	1,15	1,16	1,18

(1) Référence : Enviroguide (1984).

B) Acide sulfurique

L'acide sulfurique est une matière corrosive. La tension de vapeur de l'acide sulfurique à la température de la pièce est très faible (0,00006 mm de Hg), elle correspond à une concentration à saturation de 0,08 ppm. Aux alentours de 100°C, la pression de vapeur reste faible et s'élève à 0,2 mm de Hg. À ces températures, l'acide sulfurique est donc très peu volatil et ne représente pas de danger significatif par voie atmosphérique. Le tableau 4.3 qui suit, présente les principales caractéristiques de ce composé.

Tableau 4.3 Caractéristiques de l'acide sulfurique (98,5 %)

Paramètres	Acide sulfurique
Point d'ébullition ⁽¹⁾	290°C (avec décomposition en trioxyde de soufre et eau)
Point de fusion ⁽¹⁾	10,5 °C
Densité liquide ⁽¹⁾	1,84 kg/l
pH ⁽²⁾	0,3
Densité de vapeur ⁽²⁾	3,4 kg/m ³

(1) Référence : Fiche toxicologique n° 16 de l'INRS (édition 1998).

(2) Référence : MSDS au <http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/H2SO4.htm>.

L'acide sulfurique concentré est un puissant réactif. Il réagit vivement avec de nombreuses matières organiques dont les métaux en poudre, les carbures, les chlorates en produisant une très grande quantité de chaleur. La réaction peut être explosive du fait qu'elle peut s'accompagner d'un dégagement d'hydrogène (gaz très inflammable et explosible en mélange avec l'air). L'ajout d'eau à l'acide sulfurique concentré provoque par ailleurs une réaction exothermique violente et très dangereuse accompagnée de projection liquide.

Du point de vue toxicologique, l'exposition à de fortes concentrations d'acide sulfurique provoque immédiatement une irritation intense des muqueuses oculaires et respiratoires. En cas de déversement à l'environnement, l'acide sulfurique peut causer des dommages à l'environnement compte tenu de son pH très acide de l'ordre de 1 à 2.

C) Ammoniac (NH₃)

L'ammoniac est une matière corrosive, très toxique et inflammable. À pression atmosphérique, l'ammoniac a un point d'ébullition de -33 °C. Afin de faciliter son entreposage et son transport, l'ammoniac est maintenu sous pression à l'état liquide. L'ammoniac liquéfié génère une concentration importante de gaz en raison de son point d'ébullition très bas et de sa grande volatilité. Le gaz généré est plus léger que l'air. En cas de fuite, le gaz est donc susceptible de s'élever dans l'air et de former un nuage. Le tableau 4.4 qui suit, présente les principales caractéristiques de ce composé.

Tableau 4.4 Caractéristiques de l'ammoniac

Paramètres	Ammoniac
Point d'ébullition à 101 kPa ⁽¹⁾	-33 °C
Température d'auto-inflammation ⁽¹⁾	651 °C
Limite inférieure d'explosivité dans l'air ⁽¹⁾	16 %
Limite supérieure d'explosivité dans l'air ⁽¹⁾	25 %
Densité de vapeur (air = 1) ⁽¹⁾	0,597
Pression de vapeur ⁽¹⁾	200 kPa @ -18,7 °C; 500 kPa @ 4,7 °C 2 000 kPa @ 50,1 °C

(1) Référence : Fiche Toxicologique n° 16 de l'INRS (édition 1998).

Le risque d'incendie provoqué par l'ammoniac est relativement faible, il doit être mis en contact avec des matériaux ou une surface ayant une température de 651°C avant de s'enflammer de lui-même. Cependant la présence d'huile ou d'autres matières combustibles sur les lieux d'un incident peut accroître le risque d'incendie en abaissant cette température d'autoignition.

L'ammoniac nécessite une concentration d'au moins 16 % (160 000 ppm : concentration mortelle) et la présence d'une source d'ignition pour exploser. L'ammoniac peut exploser au contact d'oxydants forts. Au niveau toxicologique, l'exposition à de fortes concentrations d'ammoniac produit une irritation intense, puis des lésions caustiques des muqueuses oculaires, des voies respiratoires et de la peau.

Du point de vue des effets toxiques chez l'homme, l'inhalation de vapeurs d'ammoniac peut provoquer une irritation des voies nasales et respiratoires, accompagnée de gêne respiratoire. Une exposition prolongée à des concentrations élevées peut entraîner la mort.

D) Chlore

À température ambiante et pression atmosphérique, le chlore est un gaz de couleur jaune verdâtre, plus lourd que l'air, d'odeur piquante et suffocante, perceptible à moins de 1 ppm. Il est vendu liquéfié sous sa propre pression de vapeur saturante. Le tableau 4.5 résume ses principales propriétés physiques.

Tableau 4.5 Caractéristiques du chlore

Paramètres	Chlore
Point d'ébullition à 101 kPa ⁽¹⁾	-34 °C
Masse volumique du liquide ⁽¹⁾	1,405 g/cm ³
Densité relative du gaz à 0 °C (air = 1) ⁽¹⁾	2,48
Pression de vapeur ⁽¹⁾	569 kPa @ 20 °C; 1 340 kPa @ 50 °C;

(1) Référence : Fiche Toxicologique n° 51 de l'INRS (édition 1996).

Le chlore est toxique et corrosif pour l'humain. En cas d'inhalation, il cause de vives irritations des voies respiratoires après seulement quelques minutes. À des concentrations de 25 ppm dans l'air, il est considéré dangereux pour la vie et la santé (IDLH). En cas de contacts avec la peau, il peut causer des irritations locales, des brûlures graves, des ampoules et, dans des cas extrêmes, la destruction des tissus. Le chlore est également très néfaste pour les plantes et les animaux ainsi que pour la vie aquatique.

E) Chlorate de sodium

Le chlorate de sodium est, à température ambiante, une matière solide en granules ou cristaux blanc sans odeur. Ce produit est une matière solide comburante qui peut aggraver un incendie s'il est chauffé et dégager un gaz toxique soit le dioxyde de chlore (ClO₂). S'il y a combustion, alors du chlorure d'hydrogène (HCl) peut également être généré.

F) Gaz pétrolier liquéfié (GPL)

Le gaz de pétrole liquéfié ou GPL est un mélange d'hydrocarbures légers stocké à l'état liquide et issu du raffinage du pétrole et plus généralement du traitement du gaz naturel. Le GPL est généralement composé d'environ 90-99% de propane (C₃H₈) et 1-2.5% de butane (C₄H₁₀). Il peut également contenir de l'éthane et du propylène. C'est un carburant dit propre, issu du raffinage du pétrole brut. Le GPL est plus lourd que l'air et est entreposé à l'état liquide. Dans le cadre de cette le GPL est considéré comme étant du propane

Lors d'une fuite du contenant du GPL comprimé, ce dernier revient à son état naturel de gaz à température ambiante et pression atmosphérique. Il a tendance à s'accumuler au sol puisqu'il est plus lourd que l'air. Le GPL est un gaz asphyxiant causant la suffocation s'il est présent à des niveaux qui rendent l'oxygène insuffisant à la respiration. À des concentrations entre les limites inférieure et supérieure d'inflammabilité, il peut exploser au contact d'une étincelle ou d'une flamme nue. Le tableau 4.6 résume les principales caractéristiques physico-chimiques du propane commercial vendu par Supérieur propane.

Tableau 4.6 Caractéristiques du GPL

Paramètres	Propane
Point d'ébullition ⁽¹⁾	-42 °C
Point éclair ⁽¹⁾	Plus petit que -104 °C
Température d'inflammabilité ⁽¹⁾	432 °C
Limite inférieure d'inflammabilité ⁽¹⁾	2,1 %
Limite supérieure d'inflammabilité ⁽¹⁾	9,5 %
Densité liquide (eau = 1) ⁽¹⁾	0,51
Densité de vapeur (air = 1) ⁽¹⁾	1,5

(1) Référence : Supérieur Propane

G) Pétrole brut léger

Le pétrole brut se distingue par sa forte proportion d'hydrocarbures légers et sa faible teneur en constituants lourds. Comparativement à d'autres pétroles bruts représentatifs, le pétrole brut léger contient une forte proportion d'alcanes à chaîne linéaire et de composés BTEX, ce qui est souhaitable pour la production de carburants à base de pétrole, toutefois il présente un plus grand risque d'incendie en cas de déversement.

À température ambiante, le pétrole brut léger est un liquide inflammable qui, au contact d'une source d'ignition, s'enflamme et brûle. Il est partiellement volatil à température ambiante. À des concentrations entre les limites inférieures et supérieures d'inflammabilité, les vapeurs de pétrole brut léger peuvent s'enflammer ou exploser au contact d'une étincelle ou d'une flamme nue. Elles ont tendance à s'accumuler au niveau du sol puisqu'elles sont plus lourdes que l'air. Le tableau 4.7 résume les principales caractéristiques physico-chimiques du pétrole brut léger.

Tableau 4.7 Caractéristiques du pétrole brut léger

Paramètres	Pétrole brut léger
Proportion de C1-C6	14 %(poids)
Point d'ébullition	21-43 °C
Point éclair (°C)	<-35°C
Densité du liquide (eau = 1)	0.8 g/ml (à 34°C)
Densité de la vapeur (air = 1)	> 1
Limite inférieure d'explosivité dans l'air (LIE)	1,3 %
Limite supérieure d'explosivité dans l'air (LSE)	7,6 %
Pression de vapeur	92 kPa (à 34°C)

4.1.3 Analyse de défaillances

Les principales causes de défaillance dans le domaine ferroviaire sont principalement associées à des déraillements, des collisions ou encore des bris d'équipements sur les trains. À cela s'ajoute également les dangers d'origine naturelle et le terrorisme. Ces causes sont résumées comme suit :

Déraillement

Le déraillement d'un train peut vraisemblablement conduire à un déversement de matières dangereuses. À cet effet, selon le BST, il s'est produit en moyenne environ 700 à 900 déraillements par année au Canada entre 2007 et 2017. De ce nombre, environ de 3 à 7 déraillements par année ont conduits à un déversement de matières dangereuses.

Collisions

Un contact entre deux trains peut endommager ces derniers et également conduire à un déversement de matières dangereuses. Cependant rappelons que Transport Canada et le BST recommande le maintien d'une distance minimale entre deux convois de trains et des wagons de matières dangereuses, ce qui permet de minimiser grandement le risque de collision. Il peut également y avoir un contact entre un wagon de train et un autre véhicule principalement aux passages à niveau. Cependant, les mesures mises en place à ces passages à niveau permettent de limiter ce genre d'évènements.

Par ailleurs, les wagons de train pour le transport de matières dangereuses sont conçus avec une coque résistante et des protections sur les différents raccords réduisant considérablement les risques qu'un accident conduise à un déversement. Il faut se rappeler qu'au Canada, entre 2007 et 2017, il y a eu quelque 100 collisions par année et la plupart de ces collisions n'a pas conduit à un déversement.

Bris d'équipement

Qu'ils soient d'origine humaine ou naturelle ou qu'ils découlent de l'usure, les bris d'équipement (ex : raccords sur un train) peuvent conduire à des fuites de matières dangereuses. Au Canada, entre 2007 et 2017, il y a eu entre 30 et 94 événements par année impliquant des fuites de matières dangereuses.

Dangers naturels

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

La foudre est un également considéré comme événement plausible, mais elle est prise en compte dans la conception d'un train et les règles opérationnelles.

Terrorisme

Un certain nombre d'événements potentiels liés au terrorisme sont possibles. Les conséquences de ce qui est considéré comme étant l'impact maximum d'un acte terroriste, c'est-à-dire une rupture majeure au niveau de la coque d'un wagon de train a été analysée (voir section 5.4).

Câbles électriques

Des câbles de transport d'énergie de l'Hydro-Québec traversent la voie ferrée en deux endroits (voir figure 2.1). La hauteur minimale des fils est de plusieurs dizaines de mètres par rapport au sol. Comme les wagons transportant des matières dangereuses sont de l'ordre de quelques mètres, alors l'impact sur les trains est considéré peu probable.

4.1.4 Résumé des substances retenues

À la suite de l'examen et l'analyse des informations contenues aux sections 4.1.1 à 4.1.3, les substances retenues, et qui présentent un risque, sont les suivantes :

- L'acide chlorhydrique;
- L'ammoniac;
- Le Chlore;
- Le GPL;
- Le pétrole brut léger.

L'acide sulfurique en cas de déversement ne présente pas de risques important en raison de sa faible volatilité. Le chlorate de sodium est à l'état solide et pour les mêmes raisons ne présente également pas de risques.

4.2 Identification des dangers externes

Les dangers externes considérés sont principalement liés aux activités des tierces parties, aux tremblements de terre, aux inondations, aux mouvements de terrain et à d'autres forces majeures.

Dommmages liés à des tierces parties (ex. : excavations)

Les dommages liés aux tierces parties concernent principalement les dommages sur la voie ferrée liés à des travaux à proximité de cette dernière ou encore les dommages causés par des véhicules lourds passant sur la voie ferrée. Ce genre de dommage ne constitue pas une menace importante en termes de risques externes pour la plupart des voies ferrées.

Tremblement de terre

La partie est du Canada (Ontario, Québec et Maritimes) se situe dans une région continentale stable des plaques tectoniques de l'Amérique du Nord, dont l'activité sismique est modérée. La plupart des séismes dans la région sont provoqués par la réactivation de failles existantes ou d'anciens points faibles de la croûte terrestre. Les conditions sismiques sur le tracé de la voie ferrée sont intégrées dans le coefficient de sécurité et dans les exigences de flexibilité de la voie ferrée.

Inondations

Il y a parfois des inondations le long des cours d'eau ou dans les terrains marécageux, surtout pendant la fonte des neiges, mais aussi en cas de pluie torrentielle. Parmi les risques, la voie ferrée pourrait être déterrée par le ruissellement ou perdre ses fondations. Les impacts d'une éventuelle inondation sont inclus dans la conception de la voie ferrée.

Mouvements de terrain

Les préoccupations hydrologiques et géotechniques sont des questions qui relèvent de chaque emplacement en particulier et qui sont prises en considération lors de l'établissement du tracé et de la conception du Projet. Le processus d'établissement du tracé vise à éviter autant que possible les pentes potentiellement instables et les sols saturés. Lorsqu'il n'est pas possible de les éviter, la menace est réduite grâce à des éléments conceptuels.

La menace des éléments naturels tels les mouvements de terrain est réduite par des processus d'établissement du tracé à l'étape de la conception; cependant, ce risque ne peut être complètement éliminé.

Autres éléments extérieurs

D'autres éléments extérieurs indépendants de la conception, de la construction et de l'exploitation du Projet, comme les incendies et les explosions, les dommages intentionnels (sabotage et terrorisme), peuvent menacer l'intégrité de la voie ferrée. Cette catégorie de menace représente seulement une infime partie des incidents liés au train, mais elle ne peut être complètement éliminée.

5 Identification des scénarios d'accidents

5.1 Généralités sur les scénarios

La méthodologie retenue pour identifier les scénarios d'accidents et évaluer les conséquences d'accidents s'appuie sur le document « Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis » de l'Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA) et du Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM). Il s'agit de la méthode des scénarios normalisés (« Worst Case Scenario ») et alternatifs d'accidents.

Le scénario normalisé d'accident pour les matières liquides est défini comme étant la perte de confinement de la plus grande quantité d'une matière dangereuse qui résulterait de la rupture d'un contenant sur une période de 10 minutes, sous les pires conditions météorologiques, et conduisant aux pires conséquences (ou rayons d'impact).

L'approche proposée permet d'évaluer les conséquences d'accidents majeurs en deux (2) étapes. La première étape, soit l'étude des scénarios normalisés (voir section 5.4), constitue un outil de diagnostic préliminaire afin de déterminer de manière générale les pires conséquences associées à un scénario d'accident. La deuxième étape, soit l'étude du scénario alternatif d'accident (voir section 5.5), permet d'évaluer les conséquences d'accidents majeurs de façon plus détaillée et réaliste. Ces derniers scénarios sont utilisés pour la planification des mesures d'urgence.

5.2 Substances pour les scénarios

Les scénarios d'accidents retenus dans le cadre de la présente analyse correspondent essentiellement aux déversements des cinq (5) substances retenues (voir section 4.1.4), soit l'acide chlorhydrique, l'ammoniac, le chlore, le GPL et le pétrole brut léger. Ce dernier est considéré en tant que N-Pentane dont les caractéristiques en termes d'inflammabilité sont très similaires.

5.3 Conditions d'exploitation utilisées

Les conditions d'exploitation retenues pour les scénarios normalisés et alternatifs sont présentées dans le tableau 5.1, et ce, pour les différents wagons. Les scénarios normalisés sont élaborés pour les conditions d'exploitation maximale de la voie ferrée avec une vitesse maximale des trains sur la voie ferrée de 65 km/h. Toutefois, si l'on compare cette vitesse à celle correspondant aux conditions d'exploitation normales de la voie ferrée, soit de 40 km/h, alors cela conduit à une surévaluation conservatrice des conséquences et du risque individuel.

Tableau 5.1 Conditions d'exploitation retenues pour les scénarios d'accidents

Installations	Scénarios normalisé et alternatif
Wagon d'acide chlorhydrique	Volume du wagon : 78 200 litres (90 tonnes) Pression : 101,3 kPa Température : 25°C
Wagon de l'ammoniac	Volume du wagon : 127 000 litres (90 tonnes) Pression : 9,0 bar(g) Température : 25°C
Wagon de chlore	Volume du wagon : 68 000 litres (90 tonnes) Pression : 6,8 bar(g) Température : 25°C
Wagon de GPL	Volume du wagon : 127 000 litres (90 tonnes) Pression : 10,2 bar(g) Température : 25°C
Wagon de pétrole brut léger	Volume du wagon : 113 000 Litres Pression : 101,3 kPa Température : 25°C

5.4 Scénarios normalisés

Un scénario normalisé d'accident pour les matières liquides est défini comme étant la perte de confinement de la plus grande quantité d'une matière dangereuse qui résulterait de la rupture d'un contenant ou d'une tuyauterie sur une période de 10 minutes, sous les pires conditions météorologiques. Ces scénarios tiennent compte des systèmes de protection passifs, mais non des systèmes de protection actifs tels que les détecteurs. Le scénario normalisé d'accident constitue un outil de diagnostic préliminaire et a très peu de chance de survenir. Ces scénarios normalisés sont présentés au tableau 5.2.

Tableau 5.2 Scénarios normalisés d'accidents (déraillement ou collisions aux passages à niveau)

Matière	Scénario normalisé
N1 Acide chlorhydrique	Toxique Déversement du volume total d'un wagon transportant 78 200 litres d'acide chlorhydrique (38 %) sur le sol en 10 minutes. L'acide forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur et du chlorure d'hydrogène s'évapore graduellement dans l'air.
N2 Ammoniac	Toxique Déversement du volume total d'un wagon transportant 127 000 litres d'ammoniac sur le sol en 10 minutes. Une partie de l'ammoniac comprimé s'évapore instantanément à la pression atmosphérique et la partie liquide forme une nappe sur le sol de 5 cm puis s'évapore graduellement.
N3 Chlore	Toxique Déversement du volume total d'un wagon transportant 68 000 litres de chlore sur le sol en 10 minutes. Une partie du chlore comprimé s'évapore instantanément à la pression atmosphérique et la partie liquide forme une nappe sur le sol de 5 cm puis s'évapore graduellement.
N4 Pétrole brut léger	Inflammable Déversement du volume total d'un wagon transportant 113 000 litres de pétrole brut léger sur le sol en 10 minutes. Le pétrole brut léger forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur et s'évapore graduellement dans l'air, puis s'enflamme.
N5 Pétrole brut léger (BLEVE)	BLEVE Le pétrole contenu dans un wagon d'une capacité de 113 000 litres est chauffé par une source extérieure augmentant la pression jusqu'au point où il y a rupture de la paroi ce qui entraîne le dégagement soudain de toute la quantité de pétrole pressurisé du wagon et un BLEVE.
N6 GPL	Inflammable Déversement du volume total d'un wagon transportant 127 000 litres de GPL sur le sol en 10 minutes. Une partie du GPL s'évapore instantanément à la pression atmosphérique et la partie liquide forme une nappe sur le sol de 5 cm et s'évapore graduellement dans l'air, puis s'enflamme.
N7 GPL (BLEVE)	BLEVE Le GPL contenu dans un wagon d'une capacité de 127 000 litres est chauffé par une source extérieure augmentant la pression jusqu'au point où il y a rupture de la paroi ce qui entraîne le dégagement soudain de toute la quantité de GPL pressurisé du wagon et un BLEVE.

5.5 Scénarios alternatifs

Les scénarios alternatifs d'accidents correspondent à des situations qui sont plus probables de survenir et prennent en compte les mesures d'atténuation passives et actives. Les situations les plus probables sont associées à une fuite majeure à la suite d'un déraillement ou d'une collision avec bris du plus gros raccord ou encore à une fuite mineure correspond à 1% de la surface du plus gros raccord attribuable à une fuite sur un wagon sans qu'il y ait eu d'accident. En général, les éléments faibles (valves, robinets, etc.) des wagons se trouvent à l'intérieur d'une enceinte métallique sur le toit de ceux-ci, ce qui diminue les possibilités de bris complet

de ces éléments en cas de déraillement. Les scénarios alternatifs modélisés dans le cas de cette étude sont présentés au Tableau 5.3.

Tableau 5.3 Scénarios alternatifs d'accidents

Matière	Scénario normalisé
A1 Acide chlorhydrique (fuite majeure)	Toxique À la suite d'un accident, une fuite se produit au niveau d'un robinet de 6" sur un wagon d'acide chlorhydrique. La superficie de la fuite correspond à l'aire du robinet. Le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz toxique.
A2 Acide chlorhydrique (fuite mineure)	Toxique Une fuite se produit au niveau d'un robinet de 6" d'un wagon d'acide chlorhydrique. La superficie de la fuite correspond à 1% de l'aire du robinet. Le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz toxique.
A3 Ammoniac (fuite majeure)	Toxique À la suite d'un accident, une fuite se produit au niveau d'un robinet de 1" d'un wagon d'ammoniac. La superficie de la fuite correspond à l'aire du robinet. Une partie de l'ammoniac comprimé s'évapore instantanément à la pression atmosphérique et le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz toxique.
A4 Ammoniac (fuite mineure)	Toxique Une fuite se produit au niveau d'un robinet de 1" d'un wagon d'ammoniac. La superficie de la fuite correspond à 1 % de l'aire du robinet. L'ammoniac gazeux éjecté forme un nuage de gaz toxique.
A5 Chlore (fuite majeure)	Toxique À la suite d'un accident, une fuite se produit au niveau d'un robinet de 1" d'un wagon de chlore. La superficie de la fuite correspond à l'aire du robinet. Une partie du chlore comprimé s'évapore instantanément à la pression atmosphérique et le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz toxique.
A6 Chlore (fuite mineure)	Toxique Une fuite se produit au niveau d'un robinet de 1" d'un wagon de chlore. La superficie de la fuite correspond à 1 % de l'aire du robinet. Le chlore gazeux éjecté forme un nuage de gaz toxique.
A7 Pétrole brut léger (fuite majeure)	Inflammable À la suite d'un accident, une fuite se produit au niveau d'un robinet de 6" d'un wagon de pétrole brute léger. La superficie de la fuite correspond à l'aire du robinet. Le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz, rencontre une source d'ignition et s'enflamme.
A8 Pétrole brut léger (fuite mineure)	Inflammable Une fuite se produit au niveau d'un robinet de 6" d'un wagon de pétrole brute léger. La superficie de la fuite correspond 1% de l'aire du robinet. Le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz, rencontre une source d'ignition et s'enflamme.
A9 GPL (fuite majeure)	Inflammable À la suite d'un accident, une fuite se produit au niveau d'un robinet de 1" d'un wagon de GPL. La superficie de la fuite correspond à l'aire du robinet. Une partie du GPL comprimé s'évapore instantanément à la pression atmosphérique et le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz, rencontre une source d'ignition et explose.
A10 GPL (fuite mineure)	Inflammable Une fuite se produit au niveau d'un robinet de 1" d'un wagon de GPL. La superficie de la fuite correspond 1% de l'aire du robinet. Le liquide éjecté forme une nappe sur le sol de 5 cm d'épaisseur, s'évapore et forme un nuage de gaz, rencontre une source d'ignition et explose.

6 Évaluation des conséquences

6.1 Méthodologie de calculs des rayons d'impact

6.1.1 Généralités

L'évaluation des conséquences des scénarios normalisés et alternatifs vise à déterminer les distances où l'effet des dangers attribuables à un accident pourrait se faire sentir. La zone de danger correspond donc à un cercle autour du lieu de l'accident.

Pour les matières inflammables (pétrole brut liquéfié et le GPL), la présente analyse prend en compte le scénario d'ignition immédiate menant à un feu en chalumeau (événement peu probable pour le pétrole brut léger) ou à un feu de flaque, ainsi que les scénarios d'ignition retardée entraînant un feu de flaque, un feu à inflammation instantanée ou une explosion (Réf. : Manual Bevi Risk Assessments, Rev. 3.2, RIVM, 2009).

6.1.2 Outils de modélisation

L'outil de modélisation retenu pour cette analyse est le logiciel PHAST (Process Hazard Analysis Software Tools), version 8.11 de la compagnie DNV-GL.

Il s'agit d'un logiciel d'analyse de conséquences comme étant techniquement fiable et reconnu. Il est également très utilisé au niveau international et ses résultats sont validés et reconnus.

6.1.3 Valeurs des seuils d'effets

A) Substances toxiques

Dans le cadre de cette étude, les conséquences des scénarios d'accidents qui ont été étudiés concernent les effets toxiques. Les critères de vulnérabilité applicables et considérés dans l'étude sont présentés ci-après.

AEGL

Les niveaux de concentration AEGL (Acute Emergency Guidance Level) ont été développés afin d'être utilisés pour l'élaboration de plans de mesures d'urgence et pour la gestion des situations d'urgence par l'« American Institute Hygiene Association » (AIHA). Les définitions de ces valeurs seuils sont présentées ci-après :

AEGL-1 : Concentration d'une substance dangereuse dans l'air à partir de laquelle des personnes exposées, incluant les personnes sensibles, pourraient être considérablement incommodées, irritées, ou subir certains effets asymptotiques non sensoriels. Cependant, les effets ne sont pas incapacitants et ils sont éphémères et réversibles, dès la cessation de l'exposition. Les concentrations inférieures à l'AEGL-1 représentent un niveau d'exposition associé à la perception d'odeur modérée, d'un goût ou à d'autres irritations sensorielles

AEGL-2 : Concentration d'une substance dangereuse dans l'air à partir de laquelle des personnes exposées, incluant les personnes sensibles, pourraient développer des effets sérieux de longue durée ou irréversibles sur la santé ou encore les empêchant de fuir les lieux. Les concentrations inférieures à l'AEGL-2, mais égales ou supérieures à l'AEGL-1 représentent une exposition pouvant provoquer des effets importants, mais réversibles.

AEGL-3 : Concentration d'une substance dangereuse dans l'air à partir de laquelle des personnes exposées, incluant les personnes sensibles, pourraient provoquer des effets menaçant la vie ou provoquer la mort. Les concentrations inférieures à l'AEGL-3, mais égales ou supérieures à l'AEGL-2 représentent une exposition pouvant provoquer des effets sérieux de longue durée ou irréversibles sur la santé ou encore les empêchant de fuir les lieux.

Le tableau 6.1 présente les seuils d'effets recommandés pour la planification des mesures d'urgence (AEGL-2) et pour l'estimation des conséquences menaçant la vie (AEGL-3).

Tableau 6.1 Critères de vulnérabilité sélectionnés pour les effets toxiques - AEGL

Produits toxiques	Niveau de concentration pouvant menacer la vie (AEGL-3)	Critère retenu pour la planification des mesures d'urgence (AEGL-2)
Acide chlorhydrique (HCl)	100 ppm	22 ppm
Ammoniac (NH ₃)	1 100 ppm	160 ppm
Chlore (Cl ₂)	20 ppm	2 ppm

B) Substances inflammables

Les valeurs des seuils d'effets applicables aux substances inflammables sont présentées ci-dessous. Ces dernières sont conformes aux recommandations contenues dans le document intitulé « *Les valeurs de référence des seuils d'effets pour la planification des mesures d'urgence et l'aménagement du territoire* » produit par le CRAIM en 2017.

Incendie – Événement à cinétique lente

Le déversement d'une substance inflammable peut provoquer un incendie. Dans ce cas, la zone d'impact peut être définie en fonction du niveau de radiation thermique (exprimé en kW/m²) émise par l'incendie. En effet, à la suite d'une exposition prolongée à la chaleur des flammes (radiation thermique), les récepteurs exposés peuvent subir des brûlures à différents degrés, selon la durée de l'incendie et la distance séparant l'incendie du récepteur. La radiation thermique engendré par un feu de flaque ou un feu de chalumeau est maximale à l'endroit de l'incendie et diminue en fonction de la distance.

Les seuils d'effets qu'il est recommandé d'utiliser pour évaluer les distances associées aux conséquences menaçant la vie, à la planification des mesures d'urgence et à la destruction de pièces d'équipements (Réf. : CRAIM, 2017) sont :

- 5 kW/m² : niveau de radiation à ne pas dépasser pour le corps humain normalement vêtu. Ce seuil peut entraîner des brûlures au second degré suite à une exposition de plus de 40 secondes (seuil recommandé pour la planification des mesures d'urgence - CRAIM);
- 12,5 kW/m² : niveau de radiation pouvant menacer la vie à la suite d'une exposition de 30 secondes; Seuil d'énergie minimale requise pour l'allumage du bois en présence de flammes et pour faire fondre le plastique;
- 37,5 kW/m² : niveau de radiation produisant une incinération instantanée et correspondant au flux thermique suffisant pour endommager les équipements de procédé et entraîner un effet domino.

Pour l'évaluation du risque individuel, les conséquences sont établies à partir des fonctions Probit qui permettent de relier les niveaux d'exposition aux radiations thermiques aux probabilités de décès. Par exemple, à un niveau de radiation de 5 kW/m² sur 40 secondes, la probabilité de décès est moins de 1 %. À 12,5 kW/m², la probabilité de décès est de 12 % pour une exposition de 30 secondes. À 37,5 kW/m², avec une exposition de 40 secondes, la probabilité de décès est de 97 %.

Feu à inflammation instantanée et explosion

Pour qu'il y ait un feu à inflammation instantanée ou une explosion, lorsqu'applicable, il faut que les concentrations en gaz d'une substance inflammable se situent entre les limites inférieures et supérieures

d'explosivité. Toutefois, pour que ces conditions soient présentes, il faut que les vapeurs soient généralement contenues dans un espace confiné ou semi-confiné, ce qui n'est pas le cas dans ce Projet.

Pour les feux à inflammation instantanée (feux éclairs) résultant de l'ignition d'un mélange de vapeur inflammable, le logiciel utilisé pour faire le calcul des risques individuels (PHAST) définit la zone d'impact comme étant à 50 % de la limite inférieure d'inflammabilité. Toutefois, pour qu'il y ait un feu à inflammation instantanée, il doit y avoir présence d'une source d'ignition et la limite inférieure d'inflammabilité doit être atteinte. Les résultats de risques individuels obtenus à l'aide du logiciel sont par conséquent très conservateurs.

Dans le cas des conséquences d'une explosion, lorsqu'applicable, la zone d'impact est définie à partir des niveaux de surpression exprimés en livre / pouce carré (psi) issus de l'explosion. Les récepteurs exposés peuvent subir des effets mécaniques (écroulement de structures, rupture de tympan, etc.). La surpression est maximale à l'endroit de l'explosion et diminue en fonction de la distance. Les seuils d'effets recommandés pour l'estimation des conséquences menaçant la vie humaine et pour la planification des mesures d'urgence sont présentés ci-dessous (réf. : CRAIM, 2017) :

- 0,3 psi : niveau délimitant la zone liée à des bris de vitre;
- 1 psi : niveau délimitant la zone des dangers significatifs pour l'homme lié à des blessures associées à l'éclatement de vitres ou à la chute de débris (seuil recommandé pour la planification des mesures d'urgence - CRAIM);
- 3 psi : niveau délimitant la zone de dangers très graves pour la vie humaine pouvant mener à des décès. Ce seuil correspond également à une surpression suffisante pour endommager significativement les structures et les équipements de procédé.

Pour ce qui est de l'évaluation du risque individuel, les conséquences sont établies à partir des fonctions Probit qui permettent de relier les niveaux de surpression aux probabilités de décès. Par exemple, à un niveau de surpression de 1 psi, la probabilité de décès est de 0 %. À 3 psi, la probabilité de décès est de 2 %.

6.1.4 Données météorologiques

Les conditions météorologiques ainsi que la direction des vents influencent fortement l'ampleur des conséquences d'un incident impliquant la dispersion d'un nuage d'une substance. Lors de l'analyse des conséquences, diverses combinaisons de vitesses de vent et de stabilités atmosphériques ont été modélisées afin de déterminer les conditions les plus pénalisantes. Les conditions météorologiques utilisées sont présentées ci-dessous. Les résultats de modélisation présentés dans le corps de ce document correspondent aux conditions météorologiques les plus pénalisantes (1,5 F et 3 D) et celles généralement utilisées pour ce type d'analyse.

Tableau 6.2 Conditions météorologiques considérées

Condition	1	2
Vitesse de vent	1,5 m/s (5,4 km/h)	3 m/s (10,8 km/h)
Stabilité de Pasquill ⁽¹⁾	F (Très stable)	D (Neutre)

⁽¹⁾ Correspond à la stabilité de l'atmosphère qui va de A (très instable un jour ensoleillé avec faible vitesse de vent) à F (très stable la nuit avec faible vitesse de vent). Les conditions de stabilité E et F ne peuvent survenir que la nuit.

6.1.6 Autres hypothèses retenues

Les autres hypothèses retenues aux fins de la modélisation sont résumées ci-dessous :

- température extérieure : 25°C;
- humidité relative : 70 %;
- Rugosité : 50 cm (moyenne rural et forêt);
- violence de l'explosion (à l'air libre) pour TNO : 3;
- « *averaging time* » pour l'inflammabilité de 18,75 secondes;
- « *core averaging time* » pour l'inflammabilité: 18,75 secondes;
- « *averaging time* » pour l'inflammabilité de 3600 secondes;
- « *core averaging time* » pour l'inflammabilité: 3600 secondes;
- utilisation des paramètres par défaut du logiciel.

6.1.7 Résultats de la modélisation – Conséquence (Rayons d'impact)

Cette section présente aux tableaux 6.3 (substances toxiques) et 6.4 (substances inflammables), les résultats de la modélisation associés aux scénarios normalisés décrits à la section 5.4. Les conséquences sont exprimées en termes de distance par rapport au point de rejet où les concentrations atteignent les seuils AEGL-2 et AEGL-3 (seuils utilisés pour la planification des mesures d'urgence) pour les substances toxiques, les seuils de radiations thermiques 5, 12,5 et 37,5 kW/m² pour les substances inflammables et les seuils de surpressions de 1 et 3 psi pour les substances explosives.

Le scénario normalisé menant au plus grand rayon d'impact concerne une fuite de chlore à la suite de la rupture d'un wagon de chlore. Dans ce cas, le rayon d'impact est estimé à près de 41 km pour l'atteinte du seuil de toxicité AEGL-2 (voir tableau 6.3). En ce qui concerne les matières inflammables, le rayon d'impact est estimé à 537 m et concerne le feu éclair (voir tableau 6.4). En ce qui concerne le risque d'explosions lié à un déversement de pétrole brut léger ou de GPL, les seuils de surpression ne sont pas atteints pour aucun des scénarios, et cela en raison du fait que les vapeurs issues de ces substances sont à l'air libre et non confinées. Cependant, elles peuvent générer des feux à inflammation instantanée (feux éclairs). Les feux en chalumeau n'ont pas été retenus étant donné que les caractéristiques du pétrole brut léger et le GPL ne sont pas favorables au développement de ce phénomène.

Les résultats pour les scénarios alternatifs présentés à la section 5.5, c'est-à-dire les scénarios les plus plausibles, sont présentés aux tableaux 6.5 (substances toxiques) et 6.6 (substances inflammables). Dans ce cas, le rayon d'impact le plus élevé est de 33200 m, pour le chlore lié à une fuite majeure, et de 66 m pour l'atteinte de la radiation thermique de 5 kW/m² pour une fuite majeure de pétrole brut liquéfié. Dans ce dernier cas, un feu éclair pourrait avoir lieu sur une distance de 244 m.

Tableau 6.3 Rayons d'impact – Scénarios normalisés (substances toxiques)

Scénarios normalisés	Conditions atmosphériques	Rayons d'impact ⁽¹⁾ (m)	
		AEGL-2 : 22 ppm	AEGL-3 : 100 ppm
N1-Acide chlorhydrique	1,5F	5 519	2 847
	3D	2 745	1 146
		AEGL-2 : 160 ppm	AEGL-3 : 1100 ppm
N2-Ammoniac	1,5F	7 927	2 765
	3D	6 004	2 005
		AEGL-2 : 2 ppm	AEGL-3 : 20 ppm
N3-Chlore	1,5F	40 831	11 152
	3D	22 117	7 352

⁽¹⁾ Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe central de la voie ferrée.

Tableau 6.4 Rayons d'impact – Scénarios normalisés (substances inflammables)

Scénarios normalisés	Conditions atmosphériques	Rayons d'impact ⁽¹⁾ (m)								
		Feu de flaque - Ignition immédiate (radiation thermique)			Feu de flaque – Ignition retardée (radiation thermique)			Feu éclair	Explosion (Surpression)	
		5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	50% (LII)	1 psi	3psi
N4 Pétrole brut léger	1,5F	47	23	na	59	31	na	213	na	na
	3D	56	25	na	68	31	na	131	na	na
N5 Pétrole brut léger (BLEVE)	1,5F	--	--	--	--	--	--	--	244	118
	3D	--	--	--	--	--	--	--	244	118
N6 GPL	1,5F	--	--	--	--	--	--	537	na	na
	3D	--	--	--	--	--	--	463	na	na
A10 GPL (BLEVE)	1,5F	--	--	--	--	--	--	--	235	113
	3D	--	--	--	--	--	--	--	235	113

na : non atteint.

⁽¹⁾ Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe central de la voie ferrée.

Tableau 6.5 Rayons d'impact – Scénarios alternatifs (substances toxiques)

Scénarios normalisés	Conditions atmosphériques	Rayons d'impact ⁽¹⁾ (m)	
		AEGL-2 : 22 ppm	AEGL-3 : 100 ppm
A1 Acide chlorhydrique (fuite majeure)	1,5F	6 186	2 585
	3D	1 610	683
A2 Acide chlorhydrique (fuite mineure)	1,5F	2 314	960
	3D	602	262
		AEGL-2 : 160 ppm	AEGL-3 : 1100 ppm
A3 Ammoniac (fuite majeure)	1,5F	5 741	1 329
	3D	1 513	548
A4 Ammoniac (fuite mineure)	1,5F	462	101
	3D	137	57
		AEGL-2 : 2 ppm	AEGL-3 : 20 ppm
A5 Chlore (fuite majeure)	1,5F	33 206	9 224
	3D	8 994	2 311
A6 Chlore (fuite mineure)	1,5F	3 174	808
	3D	668	203

na : non atteint.

⁽¹⁾ Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe central de la voie ferrée.

Tableau 6.6 Rayons d'impact – Scénarios alternatifs (substances inflammables)

Scénarios alternatifs		Rayons d'impact ⁽¹⁾ (m)								
		Feu de flaque - Ignition immédiate (radiation thermique)			Feu de flaque – Ignition retardée (radiation thermique)			Feu éclair	Explosion (Surpression)	
		5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	5 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	50% (LII)	1 psi	3 psi
A7 Pétrole brut léger (fuite majeure)	1,5F	41	20	na	57	30	na	175	na	na
	3D	49	22	na	66	30	na	111	na	na
A8 Pétrole brut léger (fuite mineure)	1,5F	16	11	6	29	18	8	22	na	na
	3D	17	13	6	31	21	8	17	na	na
A9 GPL (fuite majeure)	1,5F	--	--	--	--	--	--	130	na	na
	3D	--	--	--	--	--	--	108	na	na
A10 GPL (fuite mineure)	1,5F	--	--	--	--	--	--	na	na	na
	3D	--	--	--	--	--	--	na	na	na

na : non atteint

⁽¹⁾ Les rayons d'impact se mesurent à partir de l'axe central de la voie ferrée.

6.1.8 Effets dominos

Les effets dominos peuvent survenir lorsqu'un accident qui s'est développé sur une pièce d'équipement peut affecter des équipements adjacents. Un effet domino pourrait ainsi être causé par un accident sur un wagon de train qui affecterait une structure adjacente ou par un accident sur une structure appartenant à une tierce partie qui aurait un impact sur les wagons de train. Toutefois, ces dernières structures sont pour la plupart déjà considérées dans le cadre de cette analyse par la prise en compte des probabilités d'ignition retardée liées à des sources d'ignition externes (voir section 7.3.2).

Les effets dominos potentiels suivants pouvant affecter une structure adjacente ont été identifiés :

- effet domino sur une autre installation industrielle ;
- effet domino sur une ligne électrique à haute tension.

6.1.8.1 Effets dominos vers une autre installation industrielle

La présente analyse est une analyse qualitative du risque individuel occasionné par un effet domino. Les données disponibles concernant les établissements tiers ne permettent pas de quantifier les conséquences d'un accident associé à ces établissements. L'effet domino d'un train qui se propage aux installations autour de la voie ferrée concernent principalement les installations de l'usine de production de panneaux d'aggloméré Tafisa. Compte tenu de la nature et des quantités relativement faibles de matières dangereuses que l'on y trouve et de la distance qui sépare ces lieux d'entreposage de la voie ferrée (supérieure à 200 mètres), il est peu probable qu'un accident provenant de la voie ferrée conduise à un effet domino chez Tafisa.

6.1.8.2 Effets dominos vers une ligne électrique

D'éventuels impacts sur les lignes électriques de l'Hydro-Québec sont considérés négligeables compte-tenu de la courte durée du passage sous ces derniers, de la distance entre les trains et les lignes électriques ainsi que de la probabilité qu'un incendie majeur survienne au même moment.

7 Évaluation des fréquences d'accidents

7.1 Généralités

Dans le cadre de cette évaluation, le volet fréquence d'accident prend en compte plusieurs types de probabilités qui sont représentées par l'équation suivante :

$$F = P_{\text{défaillance}} \times P_{\text{ignition}} \times P_{\text{vent}} \times P_{\text{présence}}$$

où

F : Fréquence totale;

$P_{\text{défaillance}}$: Probabilité de défaillance générique d'un équipement;

P_{ignition} : Probabilité d'ignition des gaz (immédiate et retardée);

P_{vent} : Probabilité que le vent provienne d'une direction spécifique;

$P_{\text{présence}}$: Probabilité de présence d'un individu (= 1 pour le risque individuel).

Les différentes probabilités retenues dans le cadre de la présente étude sont décrites en détail dans les sections qui suivent. Pour les wagons de trains, elles correspondent aux différents grosseurs de fuites suivantes (définies à la section 6) :

- Fuite mineure correspondant à 1% de l'aire du robinet d'un wagon;
- Fuite majeure correspondant à l'aire du robinet d'un wagon;
- Rupture d'un wagon.

7.2 Probabilités de défaillance

Les scénarios d'accidents les plus plausibles pour un train transportant des matières dangereuses ont été définis à la section 6 et sont les suivants :

- Déraillement;
- Collisions aux passages à niveau;
- Fuite sur un train sans qu'il y ait accident.

7.2.1 Probabilités de défaillance pour les trains lors d'un déraillement

Le tableau 7.1 présente la probabilité de déversements de matières dangereuses lors d'un déraillement des trains au Canada selon les données provenant du document intitulé «Sommaire statistique des événements ferroviaires 2007-2017» élaboré par le Bureau de la sécurité des transports au Canada. La fréquence moyenne de déversement de matières dangereuses au Canada entre 2007 et 2017 est de $4,5 \times 10^{-10}$ /km/an.

Tableau 7.1 Probabilité de défaillance générique liée au déversement de matières dangereuses lors de déraillement au Canada

Base de données	Probabilité
Fréquence moyenne de déversement de matières dangereuses au Canada entre 2007 et 2017 ⁽¹⁾	$4,5 \times 10^{-10}$ /wagon/km/an
Nombre de wagon parcourant la voie ferrée à Lac-Mégantic par année	62 050 (soit 2 trains/j x 85 wagons/train x 365 j)
Distance parcourue dans les subdivisions	Moosehead : 7,0 km Sherbrooke : 5,8 km
Probabilité de déraillement	97%
Probabilités liées au déversement de matières dangereuses lors de déraillement dans les subdivisions retenues	Moosehead : $1,9 \times 10^{-4}$ /an Sherbrooke : $1,6 \times 10^{-4}$ /an

⁽¹⁾ Référence: document intitulé «Sommaire statistique des événements ferroviaires 2007-2017» élaboré par le Bureau de la sécurité des transports au Canada.

Dans le but d'obtenir une probabilité spécifique aux subdivisions à l'étude comprenant les subdivisions Moosehead et Sherbrooke, la fréquence moyenne de déversement lors d'un déraillement au Canada est corrigée à l'aide de facteurs locaux, c'est-à-dire la vitesse du train, la pente de la voie ferrée et la sécurité des wagons (ex : épaisseur des parois, présence de déflecteur, etc.). Les facteurs locaux retenus sont présentés à l'annexe A.

La probabilité de déversement finale pour une substance donnée dépend également de la proportion de wagons sur le train qui est supposé à 1% pour l'acide chlorhydrique et l'ammoniac, à 90% pour le pétrole brute liquéfié et à 10% pour le GPL.

Ainsi la probabilité de déversement finale lors d'un déraillement pour une substance donnée est déterminée en multipliant les probabilités liées au déversement de matières dangereuses dans les subdivisions retenues par les facteurs locaux et la proportion de wagons sur le train (voir le détail des calculs à l'annexe A).

La distribution entre les diverses catégories de fuites qui est retenue est établie comme suit :

- Fuite majeure correspondant à l'aire du robinet d'un wagon : 50%;
- Rupture d'un wagon : 50%.

7.2.2 Probabilités de défaillance aux passages à niveau

Le tableau 7.2 présente la probabilité de déversements de matières dangereuses lors d'une collision des trains aux passages à niveau au Canada selon les données provenant du document intitulé «Sommaire statistique des événements ferroviaires 2007-2017» élaboré par le Bureau de la sécurité des transports au Canada. La fréquence moyenne de déversement de matières dangereuses au Canada entre 2007 et 2017 est de $4,5 \times 10^{-10}$ /km/an.

. Tableau 7.2 Probabilité de défaillance générique liée au déversement de matières dangereuses lors de collisions aux passages à niveau au Canada

Base de données	Probabilité
Fréquence moyenne de déversement de matières dangereuses au Canada entre 2007 et 2017 ⁽¹⁾	$4,5 \times 10^{-10}$ /wagon/km/an
Nombre de wagon parcourant la voie ferrée à Lac-Mégantic par année	62 050 (soit 2 trains/j x 85 wagons/train x 365 j)
Distance parcourue dans les subdivisions	Moosehead : 7,0 km Sherbrooke : 5,8 km
Probabilité de collisions aux passages à niveau	3%
Probabilités liées au déversement de matières dangereuses lors de collisions aux passages à niveau dans les subdivisions retenues	Moosehead : $6,4 \times 10^{-6}$ /an Sherbrooke : $5,3 \times 10^{-6}$ /an

⁽²⁾ Référence: document intitulé «Sommaire statistique des événements ferroviaires 2007-2017» élaboré par le Bureau de la sécurité des transports au Canada.

Dans le but d'obtenir une probabilité spécifique aux subdivisions à l'étude comprenant les subdivisions Moosehead et Sherbrooke, la fréquence moyenne de déversement lors de collisions aux passages à niveau est corrigée à l'aide de facteurs locaux, c'est-à-dire la vitesse du train, la pente de la voie ferrée et la sécurité des wagons (ex : épaisseur des parois, présence de déflecteur, etc.). Les facteurs locaux retenus sont présentés à l'annexe A.

La probabilité de déversement finale pour une substance donnée dépend également de la proportion de wagons sur le train qui est supposé à 1% pour l'acide chlorhydrique et l'ammoniac, à 90% pour le pétrole brute liquéfié et à 10% pour le GPL.

Ainsi la probabilité de déversement finale lors d'une collision au passage à niveau pour une substance donnée est déterminée en multipliant les probabilités liées au déversement de matières dangereuses dans les subdivisions retenues par les facteurs locaux et la proportion de wagons sur le train (voir le détail des calculs à l'annexe A).

La distribution entre les diverses catégories de fuites qui est retenue est établie comme suit :

- Fuite majeure correspondant à l'aire du robinet d'un wagon : 50%;
- Rupture d'un wagon : 50%.

7.2.3 Probabilités de défaillance liées à une fuite sur un train sans qu'il y ait accident

Le tableau 7.3 présente la probabilité de fuites de marchandise dangereuse sans qu'il y ait accident au Canada selon les données provenant du document intitulé «Sommaire statistique des événements ferroviaires 2007-2017» élaboré par le Bureau de la sécurité des transports au Canada. La fréquence moyenne de fuite de marchandise dangereuse sur un train sans qu'il y ait accident au Canada entre 2007 et 2017 est de $8,0 \times 10^{-9}$ /km/an.

. Tableau 7.3 Probabilité de défaillance générique liée à une fuite sur un train sans qu'il y ait accident

Base de données	Probabilité
Fréquence moyenne de fuite de marchandise dangereuse au Canada entre 2007 et 2017 ⁽¹⁾	$8,0 \times 10^{-9}$ /wagon/km/an
Nombre de wagon parcourant la voie ferrée à Lac-Mégantic par année	62 050 (soit 2 trains/j x 85 wagons/train x 365 j)
Distance parcourue dans les subdivisions	Moosehead : 7,0 km Sherbrooke : 5,8 km
Probabilités liées au déversement de matières dangereuses lors de déraillement dans les subdivisions retenues	Moosehead : $3,5 \times 10^{-3}$ /an Sherbrooke : $2,8 \times 10^{-3}$ /an

⁽¹⁾ Référence: document intitulé «Sommaire statistique des événements ferroviaires 2007-2017» élaboré par le Bureau de la sécurité des transports au Canada.

Dans le but d'obtenir une probabilité spécifique aux subdivisions à l'étude comprenant les subdivisions Moosehead et Sherbrooke, la fréquence de fuite de marchandise dangereuse sur un train sans qu'il y ait accident au Canada est corrigée à l'aide de facteurs locaux, c'est-à-dire la sécurité des wagons (ex : épaisseur des parois, présence de déflecteur, etc.). Les facteurs locaux retenus sont présentés à l'annexe A.

La probabilité de déversement finale pour une substance donnée dépend également de la proportion de wagons sur le train qui est supposé à 1% pour l'acide chlorhydrique et l'ammoniac, à 90% pour le pétrole brute liquéfié et à 10% pour le GPL.

Ainsi la probabilité de déversement finale lors d'un déraillement pour une substance donnée est déterminée en multipliant les probabilités liées au déversement de matières dangereuses dans les subdivisions retenues par les facteurs locaux et la proportion de wagons sur le train (voir le détail des calculs à l'annexe A).

7.3 Probabilités d'ignition

7.3.1 Probabilité d'ignition immédiate

Les probabilités d'ignition immédiate proviennent du document « Reference Manual Bevi Risk Assessments, Rev. 3.2, RIVM, 2009 » et sont définies en fonction des grosseurs de fuites et du type de substances en cause. Les probabilités retenues sont applicables pour des liquides inflammables et des débits de fuites. Elles sont présentées dans le tableau 7.4.

7.3.2 Probabilité d'ignition retardée

Afin de calculer le niveau de risque, il est nécessaire d'avoir des renseignements sur les sources d'ignition qui se trouvent dans les zones où un nuage de vapeur inflammable pourrait être transporté. Les sources d'ignition qui se trouvent le long de la voie ferrée et qui peuvent avoir un impact sur un éventuel nuage de vapeur sont décrites à la section 2.2.2 et les probabilités par type de sources d'ignition sont présentées dans le tableau 7.5.

7.4 Probabilité lié à la direction des vents

Les probabilités liées à la direction des vents sont établies à partir des données de normales climatiques au Canada issues d'Environnement et Changement climatique Canada pour Sherbooke (voir l'annexe B).

Tableau 7.4 Probabilités d'ignition immédiate

Dimension de la brèche	Probabilité ⁽¹⁾
Pétrole brut léger	
Fuite mineure correspondant à 1% de l'aire du robinet d'un wagon	0,02
Fuite majeure correspondant à l'aire du robinet d'un wagon	0,04
Rupture d'un wagon	0,09
GPL	
Fuite mineure correspondant à 1% de l'aire du robinet d'un wagon	0,2
Fuite majeure correspondant à l'aire du robinet d'un wagon	0,5
Rupture d'un wagon	0,7

⁽¹⁾ Reference Manual Bevi Risk Assessments, Rev. 3.2, RIVM, 2009 – Table 7.

Tableau 7.5 Probabilités d'ignition retardée par type de source d'ignition

Types d'infrastructures	Probabilité
Bâtiments agricoles/parcs/campings	0,023 ^(1,2)
Résidences unifamiliales/chalets	0,023 ^(1,2)
Duplex	0,046 ^(1,2)
Condos/appartements	0,092 ^(1,2)
Écoles/bâtiments gouvernementaux	0,092 ^(1,2)
Commerces	0,13 ⁽³⁾
Industries légères	0,23 ⁽³⁾
Industries lourdes	0,5 ⁽¹⁾
Lignes électriques à haut voltage	0,2 ⁽¹⁾ (per 100 m)
Voies de circulation	0,4 ⁽¹⁾

(1) Reference: Manual Bevi Risk Assessments, Rev. 3.2, RIVM, 2009 – Table 1

(2) Nombre d'habitants par habitation évaluée à partir des données de Statistiques Canada (ex. : 2,3 habitants par résidence unifamiliale)

(3) Reference: OGP Publication, International Association of Oil & Gas Producers, Ignition probabilities, Report No. 434 – 6.1 March 2010

8 Évaluation du risque individuel

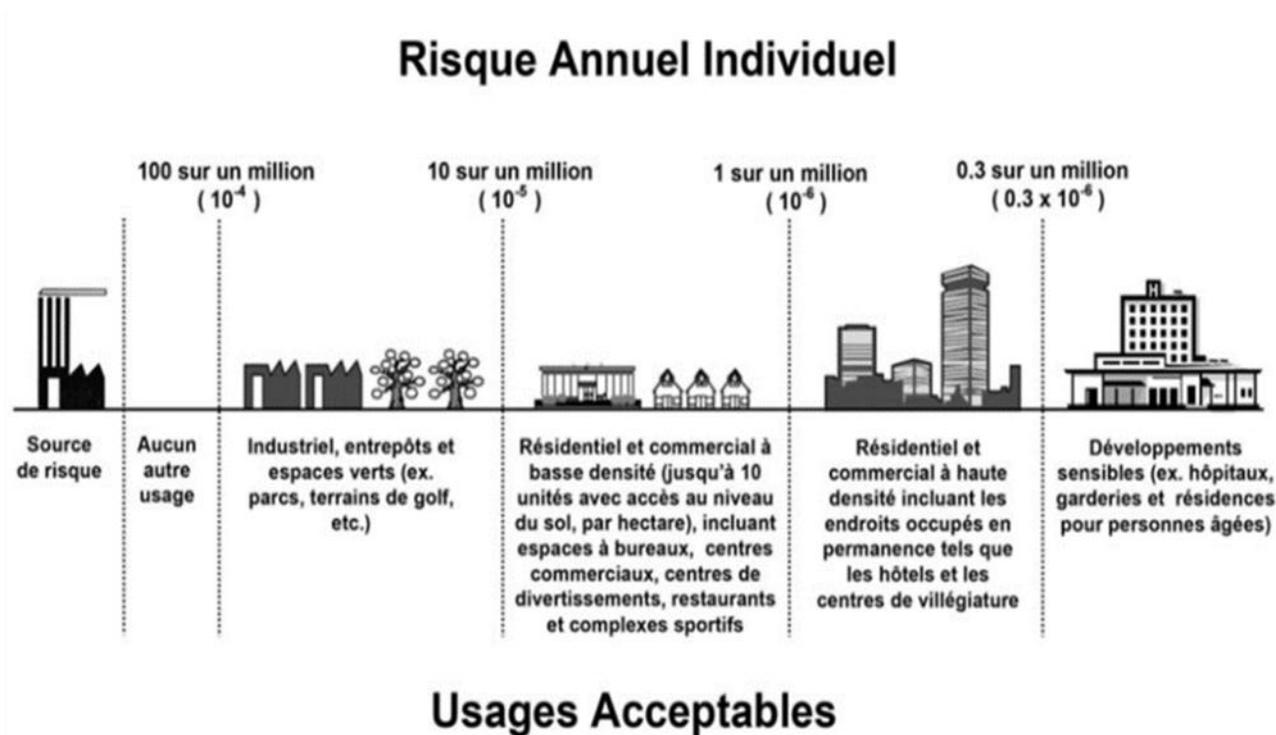
8.1 Critères d'acceptation

Lors de l'analyse des risques d'accidents technologiques majeurs, le CRAIM recommande l'utilisation de l'approche probabiliste, ou approche basée sur le risque, pour l'aménagement du territoire. Il s'agit de l'approche également recommandée par le CCAIM. Cette approche probabiliste est aussi appelée Analyse quantitative des risques ou communément *QRA (Quantitative Risk Assessment)*.

Cette analyse considère que le risque individuel correspond à la probabilité de décès sur une période donnée d'une personne non protégée demeurant à un point fixe et qui ne peut s'échapper de la zone à risque. Il est important de souligner qu'en cas de fuite de matière inflammable (Pétrole brut léger et GPL), le risque d'incendie est principalement attribuable à une ignition retardée ce qui laisse le temps aux personnes à proximité d'évacuer ou de se mettre à l'abri et de mettre en œuvre les procédures d'évacuation.

Les résultats pour ce risque sont établis en termes de distances par rapport à la voie ferrée qui sont ensuite comparées aux critères recommandés dans les lignes directrices du CCAIM où le niveau de risque jugé acceptable est défini en fonction de l'utilisation du site (et des récepteurs sensibles qui y sont présents). À cet effet, les récepteurs sensibles sont passés en revue sur toute la longueur du trajet à l'étude, parcouru par le train dans la voie de contournement, de manière à les mettre en relation avec ces distances, et ce, pour finalement évaluer l'acceptabilité. La figure 8.1 a été élaborée par le CCAIM et a servi d'outil de référence pour cette évaluation.

Figure 8.1 Critères d'acceptabilité du risque selon le CCAIM



8.2 Résultats de calcul du risque individuel

Le risque individuel est défini comme étant la probabilité de décès sur une période donnée d'une personne non protégée demeurant à un point fixe et qui ne peut s'échapper de la zone à risque. L'évaluation du risque individuel a été effectuée à l'aide du logiciel SAFETI (version 8.11) de DNV-GL.

Il ressort de l'évaluation qu'il n'y a pas de récepteurs sensibles, tels des hôpitaux, des garderies et des résidences pour personnes âgées, dans les zones avec un niveau de risque supérieur à $0,3 \times 10^{-6}$ (3 décès par 10 millions d'années). De plus, on ne retrouve pas de sites résidentiels et commerciaux à haute densité, incluant des endroits occupés en permanence, tels des hôtels et des centres de villégiature, dans les zones avec un niveau de risque supérieur à 1×10^{-6} (1 décès par million d'années). Le critère de 1×10^{-5} (1 décès par 100 000 ans) n'est pas atteint. À la lumière de ces informations, on peut donc conclure que le risque individuel évalué est acceptable sur toute la longueur du trajet de la voie de contournement ayant fait l'objet de la présente étude.

De façon générale, le risque individuel évalué est inférieur à 1 décès par million d'années pour une personne se trouvant à proximité de la voie ferrée. À titre comparatif, l'annexe C (figure 8.2) contient les figures montrant le risque individuel sur l'ensemble du trajet de la voie de contournement.

9 Mesures d'atténuation et recommandations

L'analyse de risque confirme que le risque individuel est acceptable selon les critères du CCAIM en tenant compte des mesures d'atténuation prévues ou déjà en place, lesquelles sont basées sur les exigences des normes en vigueur et des pratiques pour la réalisation d'une voie ferrée. En conséquence, il n'est pas recommandé de mesures additionnelles de réduction des risques.

Finalement, la présente analyse démontre que le transport de matières dangereuses sur la voie de contournement représente un risque individuel acceptable selon les critères du CCAIM. Comme le risque technologique a été évalué en utilisant plusieurs hypothèses conservatrices, alors le risque individuel réel devrait être inférieur à celui considéré dans le cadre de cette étude.

Annexe A
Probabilités de défaillance
générique liées aux trains

ANNEXE A-1 FRÉQUENCES DE DÉVERSEMENT LORS D'UN DÉRAILLEMENT SUR LE RAIL

Scénario	Fréquence de déversement au Canada (/wagon/km/an)	Nombre de wagon dans la subdivision par année	Distance parcourue dans la subdivision (km)	Fréquence de déversement de matière dangereuse dans la subdivision (/an)	Probabilité de déraillement	Fréquence de déversement lors d'un déraillement dans la subdivision (/an)	Ajustement dû à la vitesse du train (40-65 km/h)	Ajustement dû à la pente (max 1,2%)	Ajustement lié à la sécurité présente sur les wagons	Fréquence de déversement lors d'un déraillement sur dans subdivision (/an)	Probabilité d'avoir la substance dans le wagon	Fréquence de déversement lors d'un déraillement dans la subdivision (/an)	Probabilité liée à la grosseur de la fuite	Fréquence de déversement lors d'un déraillement dans la subdivision (/an)
Rupture en phase descendante (subdivision Moosehead)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	0.5	1.69E-04	0.01	1.69E-06	0.5	8.45E-07
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	0.5	1.69E-04	0.01	1.69E-06	0.5	8.45E-07
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	1.0	3.38E-04	0.01	3.38E-06	0.5	1.69E-06
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	1.0	3.38E-04	0.90	3.04E-04	0.5	1.52E-04
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	1.0	3.38E-04	0.10	3.38E-05	0.5	1.69E-05
Rupture en phase ascendante (Subdivision Sherbrooke)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	0.50	9.34E-05	0.01	9.34E-07	0.5	4.67E-07
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	0.50	9.34E-05	0.01	9.34E-07	0.5	4.67E-07
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	1.00	1.87E-04	0.01	1.87E-06	0.5	9.34E-07
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	1.00	1.87E-04	0.90	1.68E-04	0.5	8.41E-05
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	1.00	1.87E-04	0.10	1.87E-05	0.5	9.34E-06
Fuite majeure en phase descendante (subdivision Moosehead)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	0.50	1.69E-04	0.01	1.69E-06	0.5	8.45E-07
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	0.50	1.69E-04	0.01	1.69E-06	0.5	8.45E-07
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	1.00	3.38E-04	0.01	3.38E-06	0.5	1.69E-06
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	1.00	3.38E-04	0.90	3.04E-04	0.5	1.52E-04
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	7.0	1.94E-04	0.97	1.88E-04	1.2	1.5	1.00	3.38E-04	0.10	3.38E-05	0.5	1.69E-05
Fuite majeure en phase ascendante (Subdivision Sherbrooke)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	0.50	9.34E-05	0.01	9.34E-07	0.5	4.67E-07
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	0.50	9.34E-05	0.01	9.34E-07	0.5	4.67E-07
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	1.00	1.87E-04	0.01	1.87E-06	0.5	9.34E-07
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	1.00	1.87E-04	0.90	1.68E-04	0.5	8.41E-05
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	5.8	1.61E-04	0.97	1.56E-04	1.2	1.0	1.00	1.87E-04	0.10	1.87E-05	0.5	9.34E-06

ANNEXE A-2 FRÉQUENCES DE DÉVERSEMENT LORS D'UNE COLLISION AUX PASSAGES À NIVEAU

Scénario	Fréquence de déversement au Canada (/wagon/km/an)	Nombre de wagon dans la subdivision par année	Distance parcourue dans la subdivision (km)	Fréquence de déversement de matière dangereuse dans la subdivision (/an)	Probabilité de collisions aux passages à niveau	Fréquence de déversement lors d'une collision aux passages à niveau dans la subdivision (/an)	Ajustement dû à la vitesse du train (20 km/h)	Ajustement dû à la pente (max 1,2%)	Ajustement lié à la sécurité présente sur les wagons	Fréquence de déversement lors d'une collision aux passages à niveau dans la subdivision (/an)	Probabilité d'avoir la substance dans le wagon	Fréquence de déversement lors d'une collision aux passages à niveau dans la subdivision (/an)	Probabilité liée à la grosseur de la fuite	Fréquence de déversement lors d'une collision aux passages à niveau dans la subdivision (/an)
Rupture en phase descendante (subdivision Moosehead)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	0.5	4.82E-06	0.01	4.82E-08	0.5	2.41E-08
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	0.5	4.82E-06	0.01	4.82E-08	0.5	2.41E-08
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	1.0	9.64E-06	0.01	9.64E-08	0.5	4.82E-08
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	1.0	9.64E-06	0.90	8.67E-06	0.5	4.34E-06
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	1.0	9.64E-06	0.10	9.64E-07	0.5	4.82E-07
Rupture en phase ascendante (Subdivision Sherbrooke)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	0.50	2.63E-06	0.01	2.63E-08	0.5	1.31E-08
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	0.50	2.63E-06	0.01	2.63E-08	0.5	1.31E-08
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	1.00	5.26E-06	0.01	5.26E-08	0.5	2.63E-08
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	1.00	5.26E-06	0.90	4.73E-06	0.5	2.37E-06
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	1.00	5.26E-06	0.10	5.26E-07	0.5	2.63E-07
Fuite majeure en phase descendante (subdivision Moosehead)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	0.50	4.82E-06	0.01	4.82E-08	0.5	2.41E-08
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	0.50	4.82E-06	0.01	4.82E-08	0.5	2.41E-08
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	1.00	9.64E-06	0.01	9.64E-08	0.5	4.82E-08
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	1.00	9.64E-06	0.90	8.67E-06	0.5	4.34E-06
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	7.0	1.95E-04	0.03	6.42E-06	1.0	1.5	1.00	9.64E-06	0.10	9.64E-07	0.5	4.82E-07
Fuite majeure en phase ascendante (Subdivision Sherbrooke)														
Déversement de chlore	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	0.50	2.63E-06	0.01	2.63E-08	0.5	1.31E-08
Déversement d'ammoniac	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	0.50	2.63E-06	0.01	2.63E-08	0.5	1.31E-08
Déversement d'acide chlorhydrique	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	1.00	5.26E-06	0.01	5.26E-08	0.5	2.63E-08
Déversement de pétrole brut léger	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	1.00	5.26E-06	0.90	4.73E-06	0.5	2.37E-06
Déversement de GPL	4.5E-10	62050	5.8	1.60E-04	0.03	5.26E-06	1.0	1.0	1.00	5.26E-06	0.10	5.26E-07	0.5	2.63E-07

ANNEXE A-3 FRÉQUENCES DE FUTES DE MARCHANDISE DANGEREUSE

Scénario	Fréquence de déversement au Canada (/wagon/km/an)	Nombre de wagon dans la subdivision par année	Distance parcourue dans la subdivision (km)	Fréquence de déversement de matière dangereuse dans la subdivision (/an)	Sur la voie	Fréquence de déversement lors d'un déraillement dans la subdivision (/an)	Ajustement dû à la vitesse du train (40-65 km/h)	Ajustement dû à la pente (max 1,2%)	Ajustement lié à la sécurité présente sur les wagons	Fréquence de déversement lors d'un déraillement sur dans subdivision (/an)	Probabilité d'avoir la substance dans le wagon	Fréquence de déversement lors d'un déraillement dans la subdivision (/an)	Probabilité liée à la grosseur de la fuite	Fréquence de déversement lors d'un déraillement dans la subdivision (/an)
Fuite mineure en phase descendante (subdivision Moosehead)														
Déversement de chlore	8.0E-09	62050	7.0	3.47E-03	1.00	3.47E-03	1.0	1.0	0.5	1.74E-03	0.01	1.74E-05	1	1.74E-05
Déversement d'ammoniac	8.0E-09	62050	7.0	3.47E-03	1.00	3.47E-03	1.0	1.0	0.5	1.74E-03	0.01	1.74E-05	1	1.74E-05
Déversement d'acide chlorhydrique	8.0E-09	62050	7.0	3.47E-03	1.00	3.47E-03	1.0	1.0	1.0	3.47E-03	0.01	3.47E-05	1	3.47E-05
Déversement de pétrole brut léger	8.0E-09	62050	7.0	3.47E-03	1.00	3.47E-03	1.0	1.0	1.0	3.47E-03	0.90	3.13E-03	1	3.13E-03
Déversement de GPL	8.0E-09	62050	7.0	3.47E-03	1.00	3.47E-03	1.0	1.0	1.0	3.47E-03	0.10	3.47E-04	1	3.47E-04
Fuite mineure en phase ascendante (Subdivision Sherbrooke)														
Déversement de chlore	8.0E-09	62050	5.8	2.84E-03	1.00	2.84E-03	1.0	1.0	0.50	1.42E-03	0.01	1.42E-05	1	1.42E-05
Déversement d'ammoniac	8.0E-09	62050	5.8	2.84E-03	1.00	2.84E-03	1.0	1.0	0.50	1.42E-03	0.01	1.42E-05	1	1.42E-05
Déversement d'acide chlorhydrique	8.0E-09	62050	5.8	2.84E-03	1.00	2.84E-03	1.0	1.0	1.00	2.84E-03	0.01	2.84E-05	1	2.84E-05
Déversement de pétrole brut léger	8.0E-09	62050	5.8	2.84E-03	1.00	2.84E-03	1.0	1.0	1.00	2.84E-03	0.90	2.56E-03	1	2.56E-03
Déversement de GPL	8.0E-09	62050	5.8	2.84E-03	1.00	2.84E-03	1.0	1.0	1.00	2.84E-03	0.10	2.84E-04	1	2.84E-04

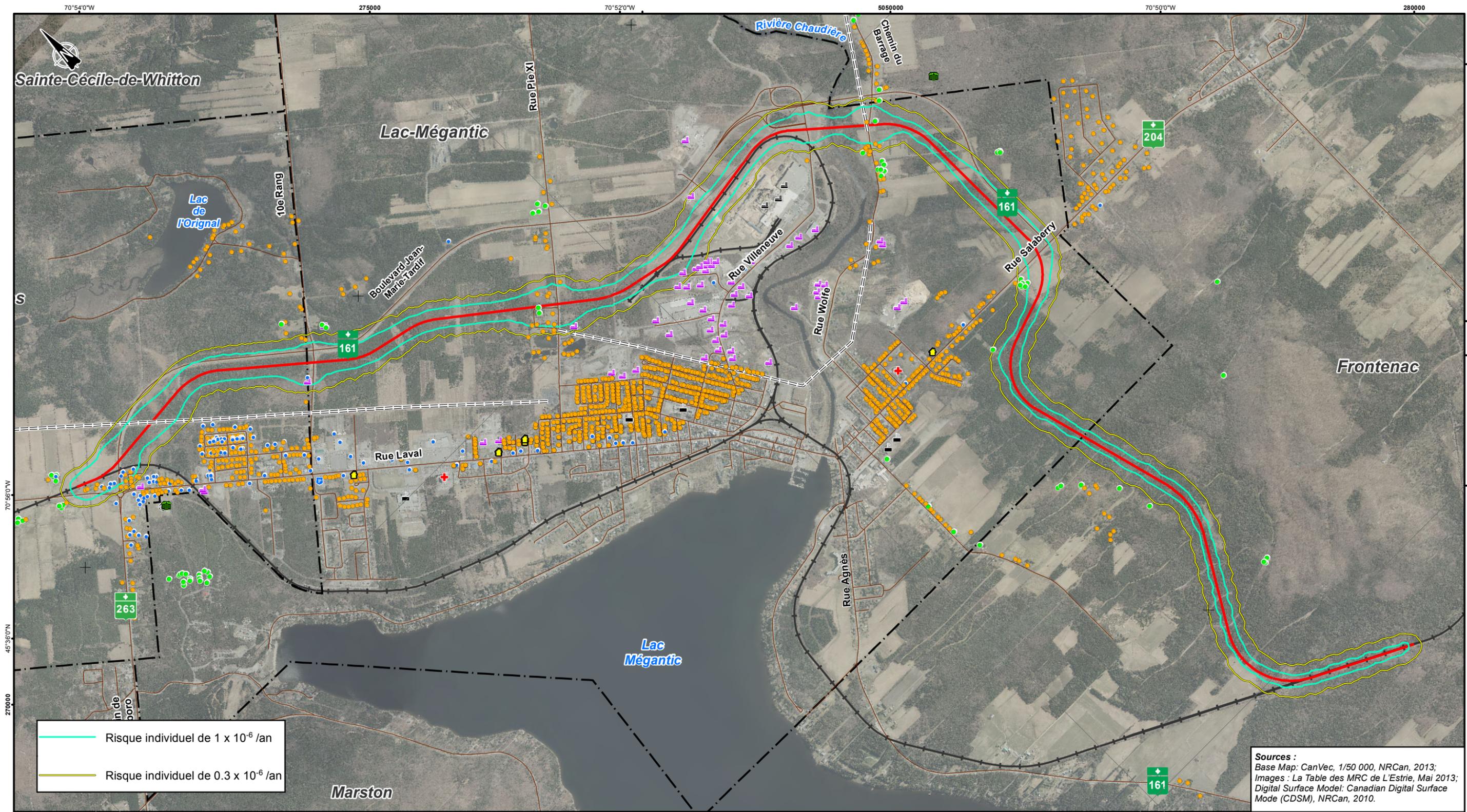
Annexe B
Probabilités liées à la direction
des vents

Site de Lac-Mégantic (Sherbrooke)

Répartition des directions de vents par classe de stabilité de Pasquill
pour les années 2014-2018

Vent	Stabilité AB-1B	Stabilité CD-1D	Stabilité CD-3D	Stabilité CD-5D	Stabilité D-10D	Stabilité E-2E	Stabilité F-1.5F	TOTAL
N	4.75	4.79	0.68	0.07	0.00	1.03	4.31	15.63
NNE	0.29	0.22	0.87	0.16	0.02	0.10	0.17	1.83
NE	0.54	0.45	2.05	0.34	0.04	0.21	0.48	4.11
ENE	0.72	0.68	1.72	0.11	0.02	0.36	1.40	5.01
E	1.15	0.99	1.80	0.14	0.04	0.74	4.38	9.24
ESE	0.48	0.52	1.18	0.26	0.09	0.37	1.45	4.35
SE	0.35	0.33	1.13	0.50	0.21	0.24	0.61	3.37
SSE	0.37	0.25	0.93	0.21	0.08	0.16	0.31	2.31
S	0.79	0.41	1.79	0.50	0.13	0.31	0.71	4.64
SSO	1.05	0.49	2.05	0.49	0.12	0.32	0.97	5.49
SO	1.28	0.53	3.10	0.68	0.16	0.38	0.92	7.05
OSO	1.35	0.48	3.20	1.36	0.72	0.48	0.91	8.50
O	1.59	0.51	4.95	4.03	3.22	0.77	1.03	16.10
ONO	0.97	0.23	2.43	1.72	1.04	0.31	0.39	7.09
NO	0.72	0.22	1.56	0.65	0.17	0.15	0.27	3.74
NNO	0.36	0.14	0.64	0.14	0.01	0.05	0.20	1.54
TOTAL	16.76	11.24	30.08	11.36	6.07	5.98	18.51	100.00

Annexe C
Figure 8.2
Risque individuel autour de la
future voie de contournement



— Risque individuel de 1×10^{-6} /an
— Risque individuel de 0.3×10^{-6} /an

Sources :
 Base Map: CanVec, 1/50 000, NRCan, 2013;
 Images : La Table des MRC de L'Estrie, Mai 2013;
 Digital Surface Model: Canadian Digital Surface Mode (CDSM), NRCan, 2010.



- | | | |
|---|--|---|
| Limites
- - - Limite municipale

Infrastructures de transport
— Réseau routier
— Voie de contournement
— Chemin de fer | === Ligne de transport d'énergie

Récepteur sensible
● Résidentiel
● Commercial
■ École
● Agricole
+ Hôpital/CHSLD | 🏠 Résidence pour personne âgée
🏢 Institutionnel
🏊 Centre sportif / piscine
🏭 Industrie lourde
🏭 Industrie légère
📡 Poste de police |
|---|--|---|



AECOM
 AECOM Consultants Inc.
 85, rue Sainte-Catherine Ouest
 Montréal (Québec) Canada
 H2X 3P4
 www.aecom.com
 514 287-8500 Tél.
 514 287-8600 Téléc.

NOM DU PROJET:
**Étude d'impact sur l'environnement -
 Réalisation d'une voie ferroviaire
 contournant le centre-ville de Lac-Mégantic**

 NOM DU DESSIN:
**Risque individuel autour
 de la future voie de contournement**

CONÇU PAR: M.F.	No. PROJET: 60344414	DATE: Avril 2019
DESSINÉ PAR: S.B.	ÉCHELLE: 0 0.5 1 Km	1:25 000
No. CARTE: 8.2	No.RÉV.: 1A	

Figure 8.2 - Risque individuel autour de la future voie de contournement

