Préoccupations visant la pérennité des ressources en eau superficielle de la Communauté métropolitaine de Québec en lien avec un déversement accidentel de pétrole sur le parcours de l'oléoduc Énergie Est de TransCanada



Par : *Michel Leclerc, ing., D.ing.,*
Professeur honoraire
Institut national de la Recherche scientifique
Centre Eau Terre & Environnement

Rapport INRS # 1643
Février 2016

Aux fins de citation :

Leclerc, Michel (2015). Préoccupations visant la pérennité des ressources en eau superficielle de la Communauté métropolitaine de Québec en lien avec un déversement accidentel de pétrole sur le parcours de l'oléoduc Énergie Est de TransCanada. Avis technique pour le compte de la Communauté métropolitaine de Québec. Octobre. Rapport INRS-ETE # 1643, 49 pages.

Mise en contexte

Les principales composantes du projet Énergie Est ne seront pas représentées ici, sauf pour illustrer le propos. Le présent document cherche à établir la juste portée des composantes du projet qu'on devrait rencontrer dans l'examen environnemental du projet Énergie Est dans le territoire actuel ou adjacent de la Communauté métropolitaine de Québec. Les milieux visés sont les cours d'eau tributaires du Saint-Laurent à l'exception de celui-ci traité par un autre expert de l'INRS, le professeur Yves Secretan.

Les concepts qui inspirent le présent avis sont relatifs à:

1. L'analyse formelle de risque (aléa, exposition, vulnérabilité[1]),
2. La gestion intégrée de l'eau par bassins versants (GIEBV, cadre de référence)
3. Le cheminement de l'eau et des contaminants dans le cycle hydrologique
4. L'hydrodynamique fluviale et estuarienne
5. Le comportement physique spécifique du bitume dilué (*dilbit* ou *diluted bitumen*) lorsque déversé dans les eaux courantes.

Des recommandations pourront être formulées dans certains cas afin que des exigences puissent être formulées au prometteur dans le but de sécuriser hors de tout doute les installations projetées par rapport aux cours d'eau de la région.

À la demande de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ), le présent avis vise à lui faire part des préoccupations de l'auteur[2] concernant le projet d'oléoduc Énergie Est (ÉE) de Trans-Canada (TC) et ses impacts sur la pérennité des cours d'eau traversés par l'ouvrage, notamment sur la qualité de l'eau, en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures issus des sables bitumineux. Bien que faisant partie intégrante du cycle de l'eau, les milieux humides et les nappes phréatiques franchis par l'oléoduc sont traités par d'autres experts[3]. Quoi que directement concerné par un déversement dans un de ses nombreux tributaires, l'exposition du fleuve Saint-Laurent à un déversement est également prise en considération par un autre expert de l'INRS en raison de la complexité inhérente à ce milieu. Dans le présent document, l'exposition du fleuve à un déversement de pétrole lourd synthétique ou

[1] La dimension vulnérabilité est traitée implicitement sous le volet exposition.

[2] Cet avis n'engage que l'opinion et la responsabilité de l'auteur.

[3] Un Comité d'experts a ainsi été formé à cet effet.

de dilbit (*diluted bitumen*) dans un de ses nombreux tributaires directs représente implicitement la conséquence ultime qu'il faut absolument éviter en raison des graves et irréversibles conséquences qui en résulteraient sur les usages de l'eau et les écosystèmes.

En effet, suite à la catastrophe de la rivière Kalamazoo au Michigan en 2010, la publication récente d'une revue exhaustive des conséquences possibles d'un déversement de *dilbit* vers les cours d'eau par la *National Academy of Sciences* des États-Unis (NAS; 2015)[4] a soulevé des préoccupations environnementales majeures qui ne peuvent être ignorées dans le contexte actuel, notamment eu égard à la propension du pétrole lourd synthétique à adhérer à toutes les surfaces solides, par exemple la matière en suspension et les infrastructures immergées, et ultimement à couler au fond.

Le constat de l'absence et du besoin pressant de nouvelles techniques efficaces et admises pour récupérer ce pétrole lourd par la NAS (2015) contredit directement les affirmations de Trans-Canada qui préconise toujours les approches classiques.

[4] National Academy of Sciences (USA) (2015). *Spills of Diluted Bitumen from Pipelines: A Comparative Study of Environmental Fate, Effects, and Response*. 180 pages ISBN 978-0-309-38010-2 | DOI: 10.17226/21834

http://www.nap.edu/catalog/21834/spills-of-diluted-bitumen-from-pipelines-a-comparative-study-of

Plus de 40 chercheurs et spécialistes de toutes les disciplines pertinentes et de tous les coins des États-Unis incluant ceux des Pétrolières ont participé à cet effort concerté.

Table des matières :
Liste des préoccupations et recommandations

Mise en contexte 2

Table des matières : Liste des préoccupations et recommandations 4

Liste des figures 10

Bref résumé des préoccupations 11

Présentation détaillée des préoccupations 14

1. Un trop grand nombre d'inconnues demeurent pour planifier une réponse appropriée aux risques très probables de déversement accidentel direct ou indirect d'hydrocarbures dans les cours d'eau ou leur réseau hydrographique 15

   Recommandation 1.1: 16

   Exiger de TC que toute l'information requise concernant les véritables aléas reliés au transport des matières dangereuses et au déversement accidentel dans ou à proximité d'un cours d'eau soit fournie en tenant compte des conditions les plus problématiques pouvant survenir en lien avec un tel type d'accident. 16

2. La probabilité d'un déversement augmente avec le nombre et l'usage d'un oléoduc et l'expérience nous indique que ce genre d'aléas doit être considéré comme hautement probable et doit être géré comme une certitude quant à sa survenue 17

   Recommandation 2.1 : 19

   Exiger de TransCanada que des statistiques crédibles et réalistes soient produites pour évaluer la probabilité réelle d'un déversement accidentel, quelle qu'en soit la magnitude, qu'il soit dû à une rupture complète ou à une fissure longitudinale. 19

   Recommandation 2.2 : 20

   Que, dans l'hypothèse d'un scénario du pire cas, ces données probabilistes révisées soient prises en compte pour analyser la contamination possible du fleuve Saint-Laurent par la voie d'un déversement dans un de ses multiples tributaires, et qu'on tienne compte du caractère cumulatif du risque en fonction de la multiplicité des voies d'entrée (confluences des tributaires) 20

3. Le vecteur de propagation d'un déversement vers le fleuve Saint-Laurent peut être n'importe lequel de ses nombreux affluents directs incluant leurs propres tributaires, et le temps de propagation vers le fleuve Saint-Laurent est trop court pour l'empêcher par l'application de mesures d'urgence. 21

   Recommandation 3.1 : 25

   Exiger de TransCanada une démonstration probante qu'un déversement quelconque de pétrole brut dans un tributaire direct (ou son propre réseau hydrographique secondaire)

puisse en tout temps être intercepté rapidement en toutes circonstances avant d'atteindre la confluence avec le fleuve Saint-Laurent. 25

Recommandation 3.2 : 25

Exiger que les impacts résiduels d'un déversement dus à l'insuffisance présumée des mesures d'urgence soient clairement identifiés et analysés..... 25

4. Les scénarios du pire cas (*worst case scenario)* de déversement à considérer pour planifier les mesures d'urgence sous-estiment nettement les multiples paramètres servant à les définir26

Recommandation 4.1 : 27

Demander des explications détaillées à TransCanada en rapport avec les accidents majeurs survenus au cours des dernières années et qui ont démontré que les systèmes d'alerte n'ont pas suffi à détecter à temps les défaillances et déclencher les opérations de fermeture des vannes de sectionnement. 27

Recommandation 4.2 : 29

Demander des informations détaillées à Trans-Canada concernant les taux de succès de récupération de pétrole brut lourd de type dilbit en cas de déversement massif atteignant les cours d'eau pérennes, et ce en fonction de la nature particulière du produit, des aléas du climat, de la saison, des circonstances et du lieu. 29

Recommandation 4.3 : 30

Exiger de TransCanada la divulgation de la nature exacte des produits qui seraient transportés, incluant leurs paramètres d'adhérence, de flottabilité et de volatilité ainsi que leur degré de dangerosité pour les milieux aquatiques et la sécurité des populations exposées. 30

Recommandation 4.4 : 30

Exiger de TransCanada qu'elle fournisse une analyse détaillée des dommages potentiels qui peuvent être infligés aux différents usages de l'eau exposés à un déversement de dilbit, incluant, l'alimentation en eau potable des communautés impactées, le récréo-tourisme et les écosystèmes aquatiques. 30

Recommandation 4.5 : 31

Dans une approche formelle d'analyse de risque, exiger de Trans-Canada qu'elle fournisse une liste des valeurs monétaires qu'elle attribue d'amblée aux vulnérabilités présentes dans les zones potentiellement impactées ainsi qu'aux dommages causés aux usages de l'eau et aux écosystèmes en cas de déversement, et qu'elle précise en quoi le montant envisagé peut représenter sur l'horizon de la vie utile de l'oléoduc une garantie véritable, durable et suffisante en cas d'accident. 31

5. Le volume de pétrole potentiellement déversé avant la fermeture de l'oléoduc Énergie Est est sous-estimé par rapport au risque réel. 33

Recommandation 5.1 34

Demander des précisions à TransCanada sur ce qu'elle entend faire pour garantir l'efficacité de la détection de fuite en cas de déversement et comment le calcul des volumes déversés avant et durant la fermeture graduelle des vannes de sectionnement a été effectué..... 34

6. La vidange du volume potentiel de l'oléoduc entre deux vannes de sectionnement pas explicitement prise en compte (0,89 M L/km de conduite). 35

Recommandation 6.1 : 35

Exiger que l'élaboration de scénarios du pire cas (Whorst cas scenarii) prenne en compte les volumes potentiels pouvant réellement être déversés avant la fermeture complète des vannes de sectionnement, et suite à la vidange de la conduite de 42 pouces d'ÉE en fonction de la distance séparant deux vannes de sectionnement. 35

Recommandation 6.2 : 35

Exiger que l'élaboration de pires scénarios comprenne la mise en place de modèles de simulation appropriés dans chacun des cours d'eau exposés, incluant prioritairement le fleuve Saint-Laurent, et que les paramètres de ces scénarios tiennent compte des véritables conditions pouvant avoir cours lors d'un déversement. 35

Recommandation 6.3 : 36

Demander à Trans-Canada qu'elle précise comment elle entend procéder pour assurer, voire garantir qu'une fuite longitudinale dans la conduite pourra être détectée dans le minimum de temps prescrit dans sa demande (12 minutes) et qu'elle ne sera pas confondue avec une variation normale de pression dans la conduite..... 36

7. L'approche des urgences par TC paraît hautement irréaliste quant à l'efficacité anticipée des mesures d'urgence proposées, notamment en hiver. 37

Recommandation 7.1 : 37

Demander à TransCanada qu'elle précise le degré d'efficacité normalement attendu du déploiement des mesures d'urgence en fonction de la survenue de l'un ou l'autre des scénarios élaborés et de fournir des informations sur les conditions opérationnelles qui pourraient réduire l'efficacité desdites mesures..... 37

8. Le train OU l'oléoduc? Ce n'est vraisemblablement pas un « OU » mais un « ET » qu'il faut intercaler entre ces deux modes de transport. Une problématique de sécurité des populations s'ajouterait implicitement à celle de l'intégrité et la pérennité des ressources en eau. 38

Recommandation 8.1 : 39

Dans une approche de planification réaliste des mesures d'urgence et de gestion intégrée des ressources en eau, exiger de TransCanada qu'elle intègre, le cas échéant, la problématique du transport de diluants (pour l'option dilbit) dans le périmètre du projet soumis à l'ONÉ et qu'elle fournisse toute l'information et les garanties requises pour assurer la sécurité des populations exposées en lien avec un scénario favorisant le réacheminement de matières dangereuses par chemin de fer..... 39

Recommandation 8.2 : 39

Exiger de l'Office national de l'Énergie qu'elle impose à TransCanada de préciser ses intentions concernant possible l'usage du chemin de fer tant pour le réacheminement de matières dangereuses vers l'Ouest et la possibilité corollaire que les convois servent au retour au transport de pétrole brut de type dilbit. 39

9. Le transport présumé par chemin de fer du diluant du dilbit qui serait complémentaire au transport par oléoduc forme un scénario du pire distinct de l'oléoduc et il n'est jamais abordé par TransCanada dans les documents disponibles..... 40

Recommandation 9.1 : 40

Exiger de TransCanada qu'elle réalise pour la composante du projet dédiée au réacheminement de diluants vers l'ouest le même genre d'études d'impact et de sécurité demandées pour l'oléoduc Énergie Est, notamment par l'élaboration de pires scénarios pouvant résulter d'un accident ferroviaire. 40

10. Le fleuve Saint-Laurent : un méga-mélangeur où l'amont alterne avec l'aval avec les phases de la marée et le « laissé-pour-compte » dans les analyses de risque de TC. 41

Recommandation 10.1 : 42

Exiger de Trans-Canada qu'elle réalise toutes les études requises pour mesurer le degré de vulnérabilité des multiples usages de l'eau du fleuve Saint-Laurent à un déversement et leur exposition réelle à la propagation d'une nappe de pétrole déversé, en considérant tous les points d'entrée possibles dans son réseau hydrographique secondaire, ... 42

-qu'elle évalue dans chaque cas l'ensemble des dommages tangibles ou intangibles, et qu'elle précise la valeur qu'elle leur attribue en termes monétaires. 42

11. L'état de référence de la qualité de l'eau des cours d'eau exposés à un déversement, tel que documenté dans les écrits de TC, indique que la plupart de ceux-ci seraient dans un état initial « très mauvais » à « passable », rarement bon – Déresponsabilisation a priori..... 43

Recommandation 11.1 : 43

Exiger de Trans-Canada qu'elle précise les informations qu'elle retient concernant l'état initial de qualité des cours d'eau traversés, notamment en ce qui concerne les paramètres considérés, les critères de qualité pris en compte et les conditions prévalant au jugement porté sur leur état initial..... 43

Recommandation 11.2 : 43

Demander aussi que soit précisés les paramètres spécifiques de qualité de l'eau qui pourraient être impactés non seulement par l'implantation de l'oléoduc, mais surtout consécutivement à un déversement accidentel en phase opérationnelle 43

12. La notion de risque implique un traitement élaboré des vulnérabilités. Aucune donnée précise n'est fournie par rapport à l'inventaire des vulnérabilités potentiellement exposées à un déversement dans le fleuve Saint-Laurent ou l'un de ses nombreux tributaires. 44

Recommandation 12.1 : 44

Exiger de TransCanada qu'elle procède à un inventaire exhaustif des usages de l'eau du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires exposés à une dégradation en phase de mise en place et/ou à un déversement accidentel en phase d'exploitation, ... 44

Recommandation 12.2 : 44

Exiger de TransCanada qu'elle précise si les impacts anticipés sur les usages de l'eau ont un caractère chronique et irréversible, le cas échéant, et autrement, de spécifier la période normale requise pour un rétablissement normal suite à déversement. 44

13. Plusieurs des impacts d'un déversement sur les usages anthropiques ou écologiques anticipés sont par nature irréversibles, donc chroniques et récurrents. Le risque se mesure en $ pour fins de compensations sur une période équivalent à la durée du dommage. 45

Recommandation 13.1 : 45

Exiger de l'Office national de l'Énergie qu'une étude coûts/avantages indépendante soit conduite en lien avec l'ensemble du projet d'oléoduc ÉE sur le territoire immédiat ou adjacent de la CMQ en considérant les risques encourus sur la durée de vie utile de l'infrastructure. 45

14. La problématique du dérèglement climatique et de l'émission massive de gaz à effet de serre est un enjeu exclu des documents de Trans-Canada. 46

Recommandation 14.1 : 46

Exiger de l'Office national de l'Énergie que la problématique de l'émission de gaz à effet de serre (GES) soit prise en compte dans les données stratégiques du projet reliées aux changements climatiques, et qu'elle fournisse des détails sur la conciliation entre ces impératifs climatiques et l'intention des Pétrolières de l'Alberta d'intensifier l'exploitation de pétrole issu des sables bitumineux. 46

15. Les milieux humides, les zones de recharge des nappes phréatiques et les milieux souterrains sont des compartiments du cycle de l'eau qui peuvent servir de vecteur de contamination à long terme des eaux de surface dans les bassins versants traversés par l'oléoduc..... 47

Recommandation 15.1 : 48

Exiger de TransCanada qu'elle adopte une approche d'analyse systémique à l'égard de la migration des contaminants dans le cycle de l'eau et que les liens hydrologiques unissant les différents compartiments du cycle de l'eau soient rigoureusement pris en compte dans les analyses d'impacts. 48

ANNEXE 1: Calculs sommaires des temps de parcours d'un déversement vers le fleuve Saint-Laurent à partir d'un cours d'eau traversé par l'oléoduc 49

Objectif sommaire 49

Postulats 49

Scénarios de vitesses proposés 50

Implications quant à la variabilité naturelle de l'hydrodynamique dans le temps et l'espace et à la dispersion du produit 51

Non applicabilité au Saint-Laurent 51

Conditions hivernales 51
Cas particuliers : frasil, embâcles consolidés 52
Portée des cours d'eau exposés par rapport au territoire de la CMQ 52

L'approche des urgences par TC est irréaliste quant à l'efficacité anticipée des mesures proposées , notamment en hiver37
L'état de référence de la qualité de l'eau des cours d'eau exposés tel que documenté dans les écrits de TC indique que la plupart de ceux-ci sont dans un état initial très mauvais à passable, rarement bon – Déresponsabilisation a priori.43
La notion de risque implique un traitement élaboré des vulnérabilités. Aucune donnée précise n'est fournie par rapport à l'inventaire des vulnérabilités en lien avec un déversement.44
La probabilité d'un déversement augmente avec l'usage d'un oléoduc et l'expérience nous indique que ce genre d'aléas doit être considéré et géré comme une certitude quant à sa survenue17
La problématique du dérèglement climatique et de l'émission massive de gaz à effet de serre est un enjeu exclu des documents de Trans-Canada46
La vidange du volume potentiel de l'oléoduc entre deux vannes de sectionnement pas explicitement prise en compte (0,89 M L/km)35
Le fleuve Saint-Laurent : un méga-mélangeur où l'amont alterne avec l'aval et le « laissé-pour-compte » dans les analyses de risque de TC41
Le train OU l'oléoduc? Ce n'est peut-être pas OU, mais ET. Une problématique de sécurité des populations s'ajoute implicitement à celle de l'intégrité et la pérennité des ressources en eau38
Le transport par train qui forme un scénario du pire distinct de l'oléoduc n'est jamais abordé40
Le volume de pétrole potentiellement déversé avant la fermeture d'Énergie Est nettement sous-estimé33
Les milieux humides, les zones de recharge des nappes phréatiques et les milieux souterrains sont des compartiments du cycle de l'eau qui peuvent servir de vecteur de contamination à long terme des eaux de surface47
Les scénarios du pire cas (*whorst case scenario)* de déversement à considérer pour planifier les mesures d'urgence sous-estiment nettement les multiples paramètres servant à le définir26
Plusieurs des impacts anthropiques ou écologiques anticipés sont par nature irréversibles donc chroniques. Le risque se mesure en $ aux fins de compensations sur une période équivalente à la durée du dommage45

Liste des figures

Figure 1 : Déversement consécutif à une rupture longitudinale du pipeline Nexxen en Alberta en 2015 15

Figure 2 : Crue de sécurité utilisée pour la conception d'ouvrages de retenue (barrages) – extrait du Règlement sur la Sécurité des barrages (gouvernement du Québec) 19

Figure 3 : Localisation des 20 principaux points de traversés des cours d'eau par l'oléoduc Énergie Est projeté dans le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec 21

Figure 4 : Calcul du temps de parcours vers le fleuve Saint-Laurent d'une nappe de pétrole déversée à partir du point de traversée de la rivière Chaudière par l'oléoduc Énergie Est- Différents scénarios de vitesse considérés (Détails des hypothèses fournis en annexe) 22

Figure 5 : Calcul du temps de parcours vers le fleuve Saint-Laurent d'une nappe de pétrole déversée à partir du point de traversée de la rivière Etchemin par l'oléoduc Énergie Est- Différents scénarios de vitesse considérés (Détails des hypothèses fournis en annexe) 23

Figure 6 : Cours d'eau traversés par le projet Énergie Est en amont immédiat du territoire de la CMQ 24

Figure 7 : Calcul du temps de parcours vers le fleuve Saint-Laurent d'une nappe de pétrole déversée à partir du point de traversée de la rivière Jacques-Cartier par l'oléoduc Énergie Est- Différents scénarios de vitesse considérés (Détails des hypothèses fournis en annexe) 25

Figure 8 : Composition relative des composants légers vs lourds dans les pétroles bruts (Source : NAS, 2015; Hellebone, 2015; Environnement Canada, 2015) 28

Figure 9 : Liens fonctionnels unissant les différents compartiments du cycle de l'eau et le cheminement des contaminants 48

Résumé des préoccupations

Les préoccupations détaillées plus loin peuvent toutes se résumer aux observations suivantes :

Les analyses du risque présentées par le promoteur TransCanada concernant l'oléoduc Énergie Est comportent un grand nombre d'omissions et de réductions relatives aux aléas du transport de matières dangereuses telles que le pétrole extra-lourd bitumineux de types *dilbit* ou autres ainsi qu'à l'exposition de nombreuses vulnérabilités à un déversement dans un cours d'eau.

Le point de vue exagérément optimiste de TC à l'égard des risques tend à faire croire que la fréquence des accidents de déversement et leur ampleur ainsi que l'importance et la portée réelle des impacts d'un déversement accidentel de pétrole lourd sont parfaitement gérables (réversibles), et que les technologies connues de récupération développées pour le pétrole léger conventionnel sont directement applicables au *pétrole bitumineux* malgré le lourd historique de tels événements qui indique le contraire (voir le rapport de la *National Academy of Sciences* des États-Unis; NAP, 2015[5]).

De plus, la prise en compte de la vulnérabilité, de l'exposition et de la résilience des usages des cours d'eau et des bassins versants traversés et exposés à un déversement est nettement insuffisante, voire inexistante. L'analyse de risque de TC ne comporte aucun volet lié à la monétisation (valeur économique) des usages actuels et des impacts financiers d'un déversement durant la vie utile du projet. De plus, le niveau de préparation des autorités locales pour contenir un déversement et y remédier est présenté sous un angle exagérément optimiste quant aux délais opérationnels et au succès anticipé d'une intervention d'urgence.

Au moment d'écrire ces lignes, de nombreuses incertitudes subsistent donc quant à la l'intégrité et la pérennité des ressources en eau superficielles et les écosystèmes qui en dépendent en cas de déversement majeur. Il apparaît donc hautement pertinent d'obtenir, par l'expertise indépendante et *via* les instances habilitées pour ce faire (ex : Bureau d'Audiences publiques en Environnement, Office national de l'Énergie, promoteur), toutes les réponses valides aux questionnements soulevés par ce projet avant qu'une autorisation formelle ne soit accordée par le gouvernement fédéral pour sa mise en œuvre.

Dans la mesure où les principaux paramètres du risque de déversement relié aux oléoducs tels que la **probabilité de survenue, l'exposition des vulnérabilités et les dommages occasionnés** seraient connus, quantifiables et dûment documentés, l'approche de gouvernance qu'on appelle « principe de précaution » qui impliquerait un arrêt du projet à ce stade ne s'appliquerait formellement dans le présent contexte. Toutefois, seuls les résultats des exercices de consultation en cours (BAPE) et à venir (Office national de l'Énergie) devraient permettre de préciser les contours exacts des incertitudes résiduelles du projet et de s'assurer, le cas échéant, de son innocuité pour l'eau et les populations.

[5] http://www.nap.edu/catalog/21834/spills-of-diluted-bitumen-from-pipelines-a-comparative-study-of

Les **nombreuses réductions et omissions** constatées dans les documents soumis et qui sont sommairement décrites dans cet avis concernent directement le concept de scénario du pire cas (*Whorst Case Scenario)* notamment :

- les critères servant à relativiser la dangerosité des différents cas de pire scénario (En quoi un déversement dans l'Etchemin retenu comme exemple par TC est-il représentatif du pire cas sur le tracé de l'oléoduc?)
- l'efficacité relative et limitée des méthodes de détection de fissures et de défaillance de l'oléoduc (seuils de détection),
- la quantité de brut qui pourrait être déversée en tout point du trajet de l'oléoduc,
- la dangerosité (volatilité, toxicité) des matières transportées (diluants du *dilbit*) pour les populations,
- le nombre et la portée spatiale réelle des cours d'eau exposés à un déversement potentiel et servant de vecteurs de contamination massive au fleuve Saint-Laurent (estuaires supérieur et moyen),
- les conditions hydrométéorologiques adverses qui peuvent entraver les interventions, notamment en périodes de crue ou en hiver sous couvert de glace,
- la nature chronique et parfois irréversible des impacts résiduels dans le milieu aquatique reliés au comportement particulier du bitume dans l'eau,
- les conflits d'usage chroniques et les pertes d'usage de l'eau pouvant en résulter, notamment pour les sources d'eau potable,
- la portée additionnelle et cumulative des impacts secondaires (exclus du périmètre du projet) reliés au possible[6] réacheminement des diluants du bitume (cas du dilbit) vers l'Alberta,
- l'efficacité qui peut réalistement être anticipée de l'application des mesures d'urgence conçues pour du pétrole léger conventionnel en fonction du facteur temps, notamment la nuit et en hiver en présence de glace fixe ou en mouvement,
- les circonstances particulières pouvant retarder le déploiement des mesures d'urgence et le faible niveau de préparation actuel des instances locales pour faire face à de telles catastrophes.

On comprendra que nos préoccupations concernent prioritairement **les aléas du transport de matières dangereuses** plutôt que les activités de construction et/ou l'opération de l'oléoduc en conditions « normales ». Les précautions d'usage pour protéger le milieu aquatique pour ces phases de mise en place et l'exploitation normale ont été considérées en détail par les professionnels de la CMQ en vue des rencontres préliminaires avec les représentants de Trans-Canada et nous ne comptons pas y consacrer plus d'efforts.

[6] Hypothèse : l'option d'un réacheminement du diluant du dilbit (naphte, complexe de distillats BTEX) par voie de chemin de fer paraît la plus vraisemblable mais cet aspect de la problématique ne relevant plus de Trans-Canada après la livraison, la Compagnie n'a dès lors pas de responsabilité directe à assumer à cet égard.

Dans ce qui va suivre, les préoccupations énoncées seront dans la mesure du possible accompagnées de recommandations et/ou de questionnements à adresser aux instances.

Présentation détaillée des préoccupations

Ces préoccupations sont listées et résumées sous la forme de fiches individuelles dans les sections suivantes.

1. **Un trop grand nombre d'inconnues demeurent pour planifier une réponse appropriée aux risques très probables de déversement accidentel direct ou indirect d'hydrocarbures dans les cours d'eau ou leur réseau hydrographique**

La survenue récente de nombreux aléas documentés de déversement de pétrole qui ont directement ou indirectement abouti dans les cours d'eau en Amérique du Nord (ex : Kalamazoo[7] au Michigan, Nexxen[8] en Alberta, Figure 1) nous indique que le **risque zéro n'existe pas**, que leur fréquence n'est pas négligeable comme le suggèrent les documents de TC, seuls demeurant inconnus :

a. le lieu d'origine d'un déversement lequel peut se situer n'importe où sur le parcours de l'oléoduc et, le cas échéant, sur le parcours du mode de transport requis pour retourner en partie ou en totalité le diluant requis (distillats) pour le transport par l'oléoduc Énergie Est de dilbit (*diluted bitumen*) depuis l'Alberta
b. Le moment particulier d'un déversement (nuit –vs- jour) et la saison (hiver –vs- été)
c. Sa durée et la quantité déversée
d. Le temps de réaction normalement requis pour un déploiement
e. Le lieu du déversement et le vecteur d'acheminement direct ou indirect vers les cours d'eau
f. La nature du produit déversé, le dilbit, qui demeure un secret commercial (Trans Canada n'est qu'un transporteur) et son comportement spécifique dans l'eau qui diffère nettement du pétrole léger conventionnel (voir plus loin).



Figure 1 : Déversement consécutif à une rupture longitudinale du pipeline Nexxen en Alberta en 2015

[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Kalamazoo_River_oil_spill

[8] http://business.financialpost.com/news/energy/oilsands-pipeline-projects-look-doomed-after-nexen-oil-spill-leaves-two-big-football-field-of-black-goo

Recommandation 1.1:

Exiger de TC que toute l'information requise concernant les véritables aléas reliés au transport des matières dangereuses et au déversement accidentel dans ou à proximité d'un cours d'eau soit fournie en tenant compte des conditions les plus problématiques pouvant survenir en lien avec un tel type d'accident.

2. La probabilité d'un déversement augmente avec le nombre et l'usage d'un oléoduc et l'expérience nous indique que ce genre d'aléas doit être considéré comme hautement probable et doit être géré comme une certitude quant à sa survenue

Les données américaines et canadiennes fournies par Harvey (2015)[9] sont éclairantes à ce sujet. Selon lui, l'expérience des oléoducs Keystone nous indique qu'un déversement accidentel comporte une fréquence de l'ordre de 10/an/1000 km ce qui est bien supérieur à ce qui est avancé par TC[10] avec 0,34 occurrence/1000 km/an, soit un intervalle entre accidents par km de conduite de 2957 années, ce qui semble très faible (voir l'encadré, page suivante). TC prétend que les améliorations apportées à la conception et à l'opération des pipelines lui permettent de réduire la probabilité de défaillances normalement acceptées par les organismes réglementaires (comparer les deux colonnes à cet effet dans l'encadré). La formule utilisée pour le calcul inclut en effet pour chaque cause de bris un facteur de réduction qui tient compte des améliorations techniques. Ces réductions sont fournies avec justifications de principe, mais la valeur théorique retenue n'est pas liée à une validation par l'usage puisque le pipeline n'est pas construit et que les techniques sont expérimentales. Au final, la probabilité de défaillance est réduite de 70% par rapport aux normes admises. De plus, selon Harvey, le chiffre utilisé par TC est nettement sous-estimé pour différentes raisons liées à certains biais dans la collecte des données pertinentes et à l'optimisme du promoteur et des organismes réglementaires par rapport à la probabilité de défaillance pour le nouvel oléoduc.

A cette critique, il faut ajouter que ce paramètre (0,34 occ./an/1000 km) doit être appliqué dans le contexte local, supposons 100 km de conduite pouvant occasionner des déversements dans les cours d'eau de la région métropolitaine de Québec et son voisinage amont) et il doit tenir compte de la durée de vie utile de l'ouvrage (disons 50 ans) et de sa résilience décroissante à long terme par rapport à l'usure. On obtient ainsi un nombre effectif d'accidents (occurrences) qui pourrait atteindre près de 1,5 occurrence sur la durée de vie de l'ouvrage pour la région. En utilisant les valeurs normées, il faudrait majorer ce chiffre par un facteur 3, soit près de 5 accidents sur la durée de vie de l'ouvrage. Ce chiffre serait multipliable par 47 pour les 47 000 km de pipeline à travers le Canada, soit près de 75 (ou 75x3=225) accidents toutes catégories confondues.

En utilisant plutôt les valeurs soumises par Harvey (l'expérience de Keystone), la valeur de TC pour la région devrait être majorée d'un facteur 30 (10 occ./an/km –vs- 0,34), soit 45, ce qui signifie près d'un accident par année sur la durée de vie de l'oléoduc pour la région. Pour le Québec, cela signifierait plutôt 300 déversements (7 x 100 km d'oléoduc x 45) sans égard à leur magnitude, donc, près de 6/an.

---

[9] Mémoire sur le projet d'oléoduc Énergie Est de TransCanada – Le programme de gestion des situations d'urgence. Commission de l'environnement de la Communauté métropolitaine de Montréal. 23 septembre 2015. 18 pp.

[10] Oléoduc Énergie Est Ltée (2015) Rapport supplémentaire nº5 - Évaluation des risques. Annexe Vol 1-1 Décembre

Voilà pourquoi, nous considérons que la gestion du risque doit considérer la survenue d'un déversement comme une **certitude**, les incertitudes, nombreuses, étant plutôt liées au moment de la survenue (heure, saison), aux quantités déversées, au lieu, à la préparation aux urgences, etc.

Tableau 4-6 Fréquences modifiées d'accident et intervalles d'occurrences – Nouveau pipeline

Catégorie de menace	Fréquence d'accident de référence (accidents/km-années[1])	Fréquence modifiée d'accidents (accidents/km-années[1])	Intervalles d'occurrences par km (années)
Corrosion et fissuration par corrosion sous contrainte	2,74E-04	1,64E-05	60 849
Matériau, soudage et équipement	4,60E-04	4,60E-05	21 718
Dommages par excavation	1,18E-04	5,90E-06	169 404
Mauvais fonctionnement	1,17E-04	5,84E-05	17 112
Force de la nature	4,84E-05	4,84E-05	20 659
Autre force externe	1,77E-05	1,77E-05	56 468
Toutes les autres causes	1,45E-04	1,45E-04	6 886
Cumulatif	0,00118	0,00034	2 957

[1] Pour le nouveau pipeline, le réglage de la fréquence d'accident modifie la fréquence totale d'accident par un facteur de 3,49 par rapport au taux d'accident de référence d'origine.

(Source : TC, 2015)[11]

Si ces déversements n'atteignent pas directement les cours d'eau majeurs comme le fleuve Saint-Laurent, ils peuvent le faire indirectement *via* leur propre réseau hydrographique ou par les nappes phréatiques ce qui implique un risque certain pour le fleuve où aboutissent tous les tributaires traversés. Et il faut bien sûr prendre en considération ces impacts particuliers même lorsqu'ils n'atteignent pas les ressources en eau. Mais ceci sort de la portée de notre propos.

En analyse de risque, la prise en compte de la gravité des conséquences compte autant que la probabilité de la survenue d'un aléa. On ne peut pas considérer sur le même pied un petit déversement localisé avec une rupture majeure comme celle du déversement dans la rivière Kalamazoo au Michigan en 2010. Les probabilités de défaillance doivent être réduites en proportion des conséquences associées. Ainsi, la portée spatiale du déversement, la chronicité et la faible réversibilité des impacts et l'intensité des usages de l'eau exposés aux impacts devraient dicter le niveau de précaution à appliquer. L'expérience de la gestion du risque et de la sécurité des barrages nous éclaire à cet effet.

Compte tenu de la gravité des conséquences, la gestion du risque pour des aléas majeurs tels que la rupture d'un barrage exige que la conception des ouvrages permette de réduire les probabilités de survenue annuelle d'un tel aléa inférieures à 1/10 000 (crue décamillénale;

[11] Oléoduc Énergie Est Ltée (2015) Rapport supplémentaire nº5 - Évaluation des risques. Annexe Vol 1-1 Décembre

Figure 2) pour les grands ouvrages dont les conséquences sont jugées très importantes[12]. Pour les cas encore plus extrêmes, où la conséquence est qualifiée de considérable, la recommandation minimale est d'appliquer la norme de la **crue maximale probable** dont la survenue est pratiquement impossible, voire invraisemblable, par des causes naturelles.

Le cas échéant, les évacuateurs de crue sont conçus pour transiter les débits extrêmes anticipés vers l'aval en toute sécurité, comme si leur survenue était **une certitude**, en fait. Jamais on ne pourrait envisager la construction d'un barrage comme Manic V par exemple avec des probabilités de défaillance de l'ordre de grandeur de celles observées pour les oléoducs, compte tenu des conséquences anticipées pour les populations et les différentes composantes de l'environnement et du milieu bâti. Pourtant les conséquences d'un déversement majeur (scénarios de pires cas) peuvent être considérées comme très importantes, voire considérables pour reprendre la terminologie adoptée par le règlement évoqué.

Niveau le plus élevé des conséquences d'une rupture du barrage en période de crue	Crue de sécurité du barrage
Minimal ou faible	Centennale* (1: 100 ans)
Moyen ou important	Millennale* (1: 1 000 ans)
Très important	Décamillennale* (1: 10 000 ans)
Considérable	Crue maximale probable

* Crues de sécurité exprimées selon leur probabilité de récurrence.

Figure 2 : Crue de sécurité utilisée pour la conception d'ouvrages de retenue (barrages) – extrait du Règlement sur la Sécurité des barrages (gouvernement du Québec)

Recommandation 2.1 :

Exiger de TransCanada que des statistiques crédibles et réalistes soient produites pour évaluer la probabilité réelle d'un déversement accidentel, quelle qu'en soit la magnitude, qu'il soit dû à une rupture complète ou à une fissure longitudinale.

[12] Règlement sur la Sécurité des barrages du Gouvernement du Québec http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_3_1_01/S3_1_01R1.HTM

Recommandation 2.2 :

Que, dans l'hypothèse d'un scénario du pire cas, ces données probabilistes révisées soient prises en compte pour analyser la contamination possible du fleuve Saint-Laurent par la voie d'un déversement dans un de ses multiples tributaires, et qu'on tienne compte du caractère cumulatif du risque en fonction de la multiplicité des voies d'entrée (confluences des tributaires)

3. **Le vecteur de propagation d'un déversement vers le fleuve Saint-Laurent peut être n'importe lequel de ses nombreux affluents directs incluant leurs propres tributaires, et le temps de propagation vers le fleuve Saint-Laurent est trop court pour l'empêcher par l'application de mesures d'urgence.**

Dans une démarche de gestion intégrée de l'eau par bassins versants (**GIEBV**), la portée réelle des cours d'eau à considérer par la CMQ comme des vecteurs de propagation de contaminants déborde largement son propre territoire de juridiction en amont et en aval et doit intégrer des cours d'eau en amont et en aval qui pourraient disperser une nappe déversée dans le fleuve au gré des marées.

Dans le territoire de la CMQ, la rivière Chaudière et son tributaire direct, la rivière Beaurivage, ne sont que des exemples parmi tant d'autres des vecteurs hydrologiques possibles de propagation vers le fleuve. Ainsi, dans le territoire de la CMQ, on ne compte pas moins de 20 cours d'eau pérennes traversés par l'oléoduc, dont 19 se trouvent du côté de la rive sud (Figure 3). A ceux-ci, on doit ajouter un certain nombre de ceux situés à l'amont du territoire de la CMQ puisqu'un panache de contamination émis en amont du territoire l'atteindra tôt ou tard, et ce, en quelques heures seulement.

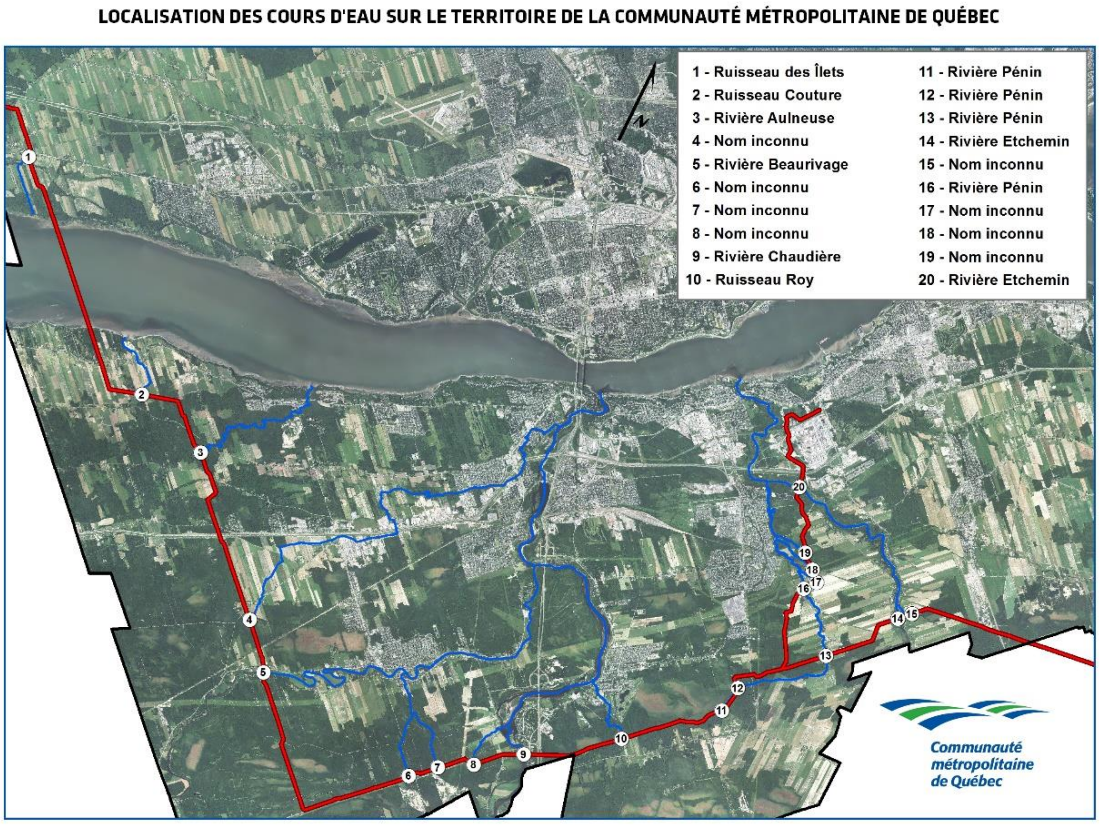


Figure 3 : Localisation des 20 principaux points de traversés des cours d'eau par l'oléoduc Énergie Est projeté dans le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec

Nous avons considéré trois scénarios de vitesses de propagation d'une nappe déversée dans un cours d'eau selon la vitesse de courant qu'on peut y observer : 0,5 m/s (lent), 0,83 m/s

(moyen; l'hypothèse TC) et 1,5 m/s (rapide), ces valeurs ne couvrant pas nécessairement les extrêmes observables. Dans une mise à jour récente relative à la rivière Etchemin, TC diminue sa valeur initiale proposée de 0,83 à 0,69 m/s, une valeur que nous jugeons peu représentative des conditions pouvant survenir dans les cours d'eau, notamment en période de crue ou sous couvert de glace. L'annexe de cet avis présente la méthodologie retenue ici en plus de discuter des conditions pouvant survenir en hiver.

Le cas de la rivière Chaudière et de la Beaurivage. Si l'on prend le cas particulier de la rivière Chaudière ou celui de son principal tributaire, la rivière Beaurivage (Figure 4), on constate que dans les conditions rapides, les équipes d'intervention disposeraient tout au plus de 3 heures pour intercepter la nappe en mouvement, du moins la partie flottante, car la fraction susceptible de surnager dans la colonne d'eau est à toute fin pratique irrécupérable en très grande partie. Il en est de même de la fraction lourde qui, une fois adhérée à la matière en suspension, au substrat de la rivière ou aux infrastructures, devient pratiquement impossible à détecter et à récupérer autrement qu'avec de puissants solvants (National Academy of Sciences, 2015). Dans le cas de la prise d'eau à la rivière Chaudière (Lévis), le délai d'intervention serait réduit à 2 heures environ.

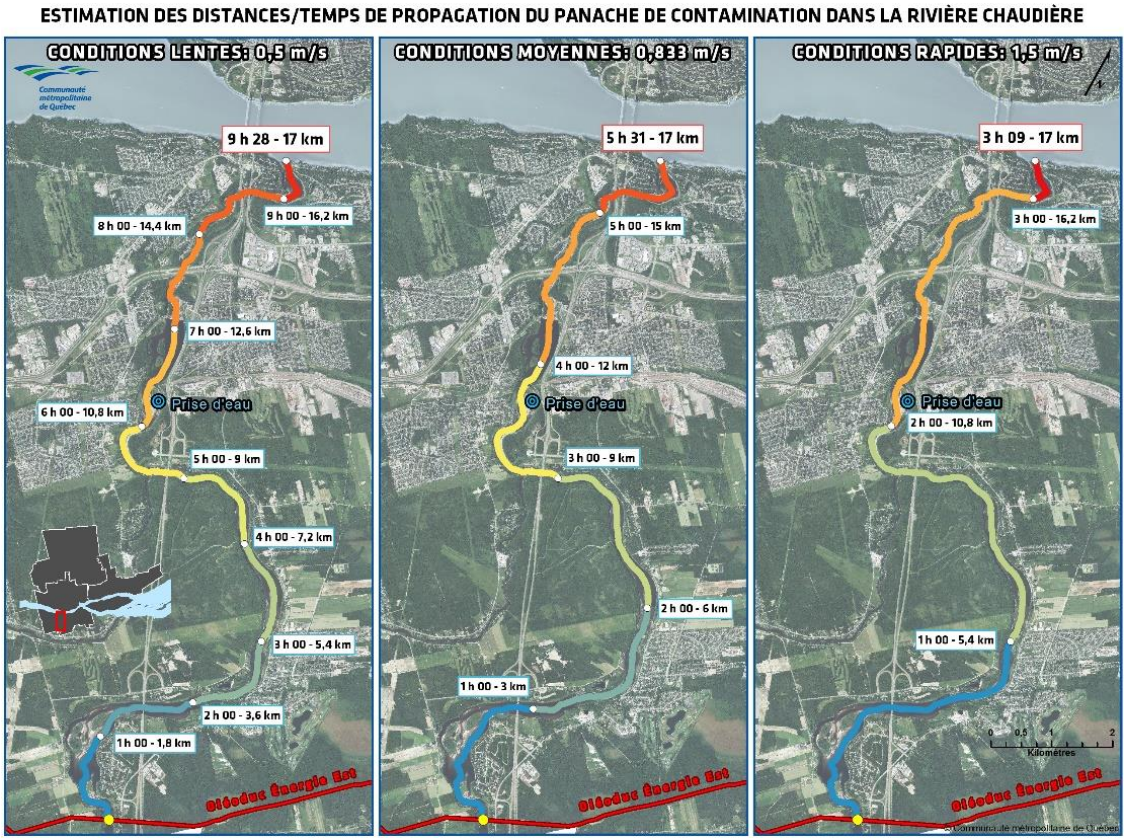


Figure 4 : Calcul du temps de parcours vers le fleuve Saint-Laurent d'une nappe de pétrole déversée à partir du point de traversée de la rivière Chaudière par l'oléoduc Énergie Est- Différents scénarios de vitesse considérés (Détails des hypothèses fournis en annexe)

De plus, toute contamination (flottante ou émulsionnée) qui ne serait pas interceptée avant d'atteindre la confluence avec le fleuve contaminera certainement les deux prises d'eau de

Lévis installées au fleuve dans le secteur Saint-Romuald. Les prises d'eau de Lévis au fleuve se trouvant dans le panache de ces rivières incluant l'Etchemin devraient également subir cette contamination.

Le cas de la rivière Etchemin. Cette rivière présente de grandes similitudes avec la Chaudière quant aux temps de parcours, bien qu'elle présente des conditions plus contraignantes par rapport aux délais d'intervention en cas de déversement (Figure 5). Son panache au fleuve intersecte normalement la prise d'eau de Lévis à cet endroit. Dans le projet, l'Etchemin serait traversée en deux points distincts, l'un par la conduite principale, l'autre par la bretelle menant à la raffinerie Valéro. Dans le pire cas (ce 2^{e}), les équipes d'intervention disposeraient d'environ une heure seulement pour intercepter la nappe en mouvement pour le cas « rapide ». Dans le cas d'un déversement à partir de la traversée principale, on disposerait d'à peine une heure de plus.

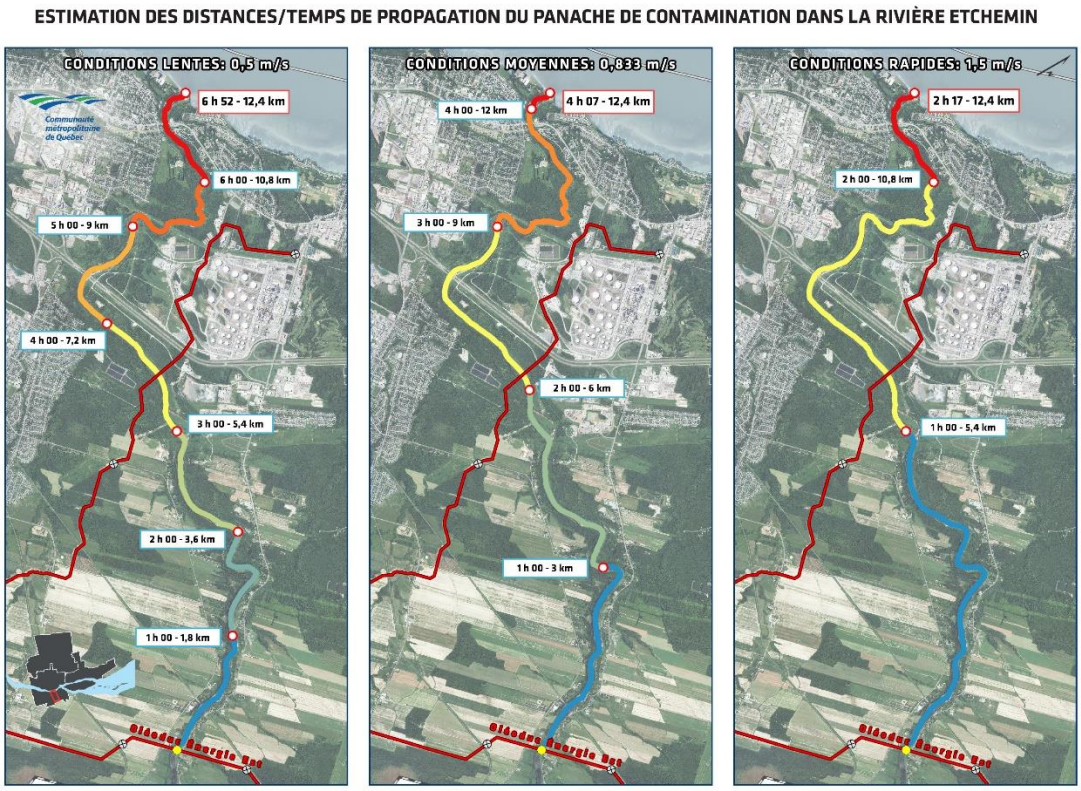


Figure 5 : Calcul du temps de parcours vers le fleuve Saint-Laurent d'une nappe de pétrole déversée à partir du point de traversée de la rivière Etchemin par l'oléoduc Énergie Est- Différents scénarios de vitesse considérés (Détails des hypothèses fournis en annexe)

La portée spatiale de l'analyse et les principes de la gestion intégrée par bassins versants

Dans une approche de GIEBV, la configuration amont-aval des enjeux et des problématiques de conflit d'usage est la donnée fondamentale à prendre en compte pour établir la portée spatiale pertinente de l'examen des impacts d'un déversement. La portée spatiale des aléas considérés pour la CMQ doit donc inclure toutes les sources de contamination connectées au fleuve *via* les bassins versants de ses tributaires même ceux localisés en amont de son

territoire de juridiction. Dans le cas présent, même certains cours d'eau situés en aval de la région métropolitaine doivent être inclus dans l'analyse à cause de l'inversion des courants dus à la marée. Il doit également inclure les sources indirectes comme les nappes phréatiques et les milieux humides qui sont des contributeurs importants des cours d'eau en période d'étiage (une expertise distincte a été demandée par la CMQ dans ce cas).

Ainsi, en étendant la portée spatiale de l'analyse aux cours d'eau situés immédiatement en amont de la CMQ en rive nord, 14 cours d'eau majeurs peuvent représenter des vecteurs additionnels de contamination directe du fleuve en cas de déversement (Figure 6). Cette analyse fournie pour illustration du propos n'est pas exhaustive puisqu'on devrait également tenir compte des cours d'eau situés encore plus en amont (exemples : r. Batiscan, r. Champlain, r. Saint-Maurice, tributaires du lac Saint-Pierre, etc.).

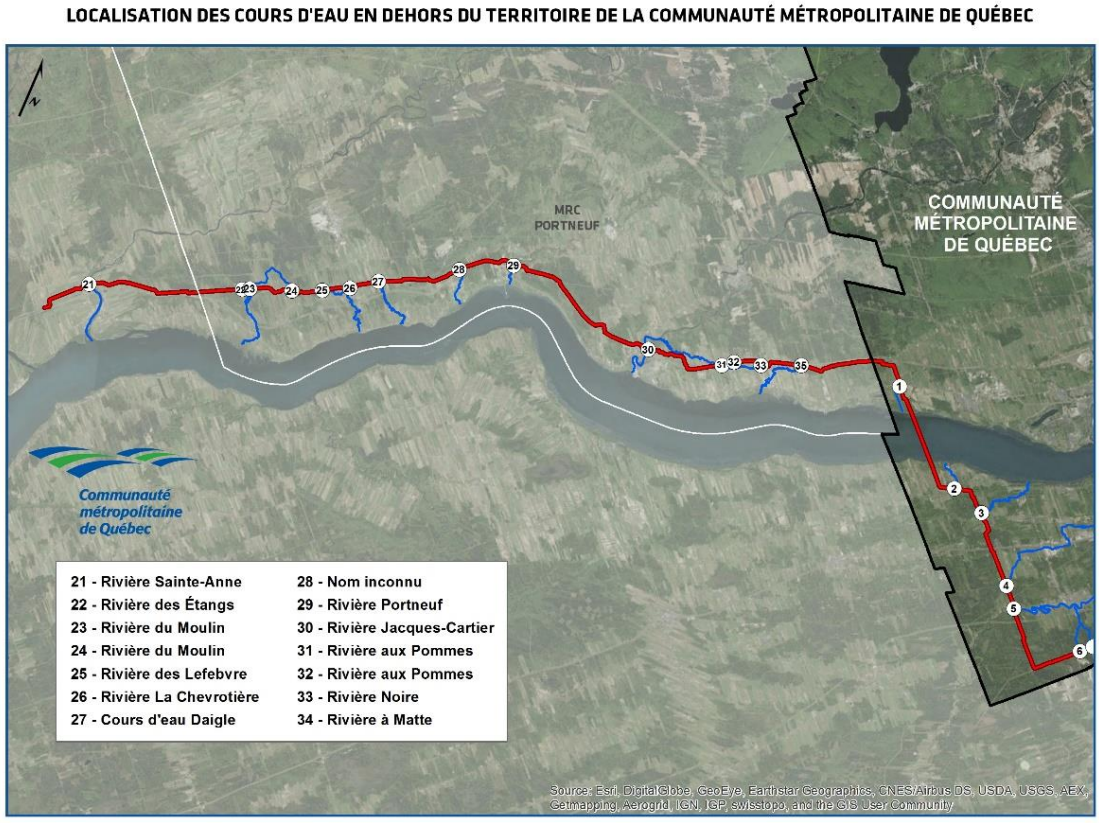


Figure 6 : Cours d'eau traversés par le projet Énergie Est en amont immédiat du territoire de la CMQ

Le cas de la rivière Jacques-Cartier. Lorsque l'on considère le cours d'eau hors du territoire de la CMQ qui s'en rapproche le plus, la rivière Jacques-Cartier (Figure 7), la situation devient encore plus préoccupante pour les usages de l'eau au niveau de Québec. Dans ce cas, le délai d'intervention devrait être inférieur à 30 minutes compte tenu de la proximité du point de traversée par rapport à la confluence du cours d'eau avec le fleuve. Or, dans ce cas, une prise d'eau parmi les plus importantes de la Ville de Québec, celle de Sainte-Foy, serait rapidement contaminée par les résidus du déversement qui n'auraient pas été interceptés à l'origine.

Recommandation 3.1 :

Exiger de TransCanada une démonstration probante qu'un déversement quelconque de pétrole brut dans un tributaire direct (ou son propre réseau hydrographique secondaire) peut en tout temps être intercepté rapidement en toutes circonstances avant d'atteindre la confluence avec le fleuve Saint-Laurent.

Recommandation 3.2 :

Exiger que les impacts résiduels d'un déversement dus à l'insuffisance présumée des mesures d'urgence soient clairement identifiés et analysés

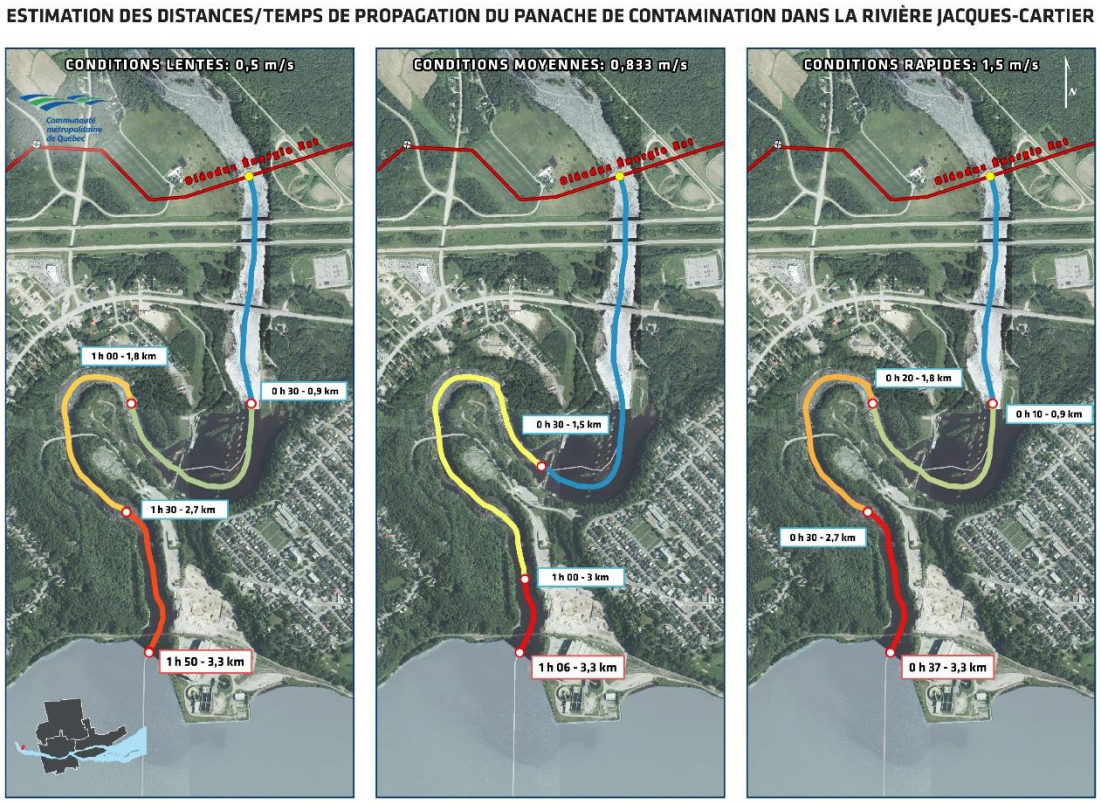


Figure 7 : Calcul du temps de parcours vers le fleuve Saint-Laurent d'une nappe de pétrole déversée à partir du point de traversée de la rivière Jacques-Cartier par l'oléoduc Énergie Est- Différents scénarios de vitesse considérés (Détails des hypothèses fournis en annexe)

4. Les scénarios du pire cas (*worst case scenario)* de déversement à considérer pour planifier les mesures d'urgence sous-estiment nettement les multiples paramètres servant à les définir

Probabilité d'un déversement sous-estimée. Généralement, une étude de risque en cas de déversement accidentel implique la définition **d'un ou** de **plusieurs scénarios du pire cas**, **à la fois extrêmes et réalistes** en tenant compte de cas documentés (*worst case scenario*). Le pire scénario de déversement vers les cours d'eau considéré par TransCanada[13] est nettement sous-estimé en termes des différents paramètres le décrivant, notamment la fréquence d'aléa (voir la préoccupation #2). Le scénario soumis se résume à un seul cas simple et localisé (l'Etchemin ou un cas générique) dans les documents disponibles, et le déversement n'atteindrait pas ou peu le fleuve Saint-Laurent. Le scénario ne fait pas référence à la multiplicité effective des situations propices au risque visé, notamment à l'égard des nombreux vecteurs de propagation constitués par les tributaires du fleuve (voir l'encadré plus loin pour les paramètres du cas traité).

Délais de réponse trop longs et non garantis. Le délai de réponse (la fermeture complète des vannes de sectionnement) en cas de déversement associé à une rupture directe est du même ordre de grandeur que le temps de parcours d'une nappe vers le Saint-Laurent. On assume que dans le meilleur des cas, une rupture de l'oléoduc suite à un aléa naturel (ex : séisme ou glissement de terrain) ou toute autre cause naturelle ou anthropique, serait détectée rapidement et les vannes fermées dans un délai maximal de 22 minutes.

Ce délai doit être considéré comme le 'meilleur des cas' quand tout fonctionne normalement, mais nous estimons au contraire qu'il peut aisément être dépassé dans le cas très possible où la défaillance de l'oléoduc concerne une fissure longitudinale dont le débit de fuite ne dépasse pas 1,5-2% du débit total. Par exemple, Kalamazoo n'a été détecté que 15 heures après le début du déversement alors que celui de Nexxen a mis 17 jours avant de l'être. Dans le cas Nexxen, l'accident s'est pourtant produit à 37 km de fort McMurray, la capitale des sables bitumineux.

Or, les temps de parcours d'un déversement vers le fleuve Saint-Laurent sont typiquement de 1-3 heures, voire près d'une demi-heure pour certains tributaires (ex : la Jacques-Cartier) de sorte qu'il est très vraisemblable d'anticiper une contamination directe du fleuve et des dommages importants à ses multiples usages.

[13] Document TransCanada fourni par la CMQ . Annexe Vol 7-9. Intervention en cas de déversement terrestre avec effets sur les eaux navigables

Recommandation 4.1 :

Demander des explications détaillées à TransCanada en rapport avec les accidents majeurs survenus au cours des dernières années et qui ont démontré que les systèmes d'alerte n'ont pas suffi à détecter à temps les défaillances et déclencher les opérations de fermeture des vannes de sectionnement.

Normalement, la récupération de brut léger déversé ne dépasse pas 20-25% du produit. Le *dilbit* présente des difficultés de récupération nettement supérieures. Cette valeur généralement admise de 20-25% a été établie pour un déversement de pétrole léger conventionnel. Or, il est maintenant scientifiquement établi que le comportement du dilbit dans l'eau ne correspond pas à celui du pétrole léger conventionnel[14]. Ce dernier est normalement plus léger que l'eau et il cherche d'abord à flotter et à s'étaler en surface ce qui permet de le brûler, de le contenir avec des estacades et de le pomper hors de l'eau, en résumé, de mettre en œuvre un plan de mesures d'urgence conventionnel. Malgré tout, seule une fraction peut ainsi être récupérée, typiquement 20-25% du produit.

Le *dilbit* au contraire présente des propriétés particulières qui induisent un comportement très différent du pétrole léger traditionnel lorsque le produit est déversé dans le milieu aquatique. Le produit est composé d'une proportion importante de composés lourds qu'on ne retrouve qu'en faible proportion dans les bruts conventionnels (voir le tableau et la figure page suivante). Le processus de *weathering*[15] ou d'altération du *dilbit* entraîne rapidement la séparation des composants légers (les hydrocarbures légers saturés et aromatiques tels que les BTEX[16]) ce qui libère la fraction lourde (résines, asphaltènes) dont la densité avoisine celle de l'eau. Les fortes propriétés adhésives de cette fraction résiduelle la font se lier rapidement à la matière en suspension (MES), la rendent plus dense que l'eau et entraînent sa migration vers les sédiments. Le *dilbit* (spécifiquement les résines et asphaltènes) a aussi tendance à adhérer à toutes les surfaces qu'il touche et, dès lors, il devient pratiquement irrécupérable par les techniques standards.

La NAS (2015) considère d'ailleurs que, contrairement au pétrole léger conventionnel, il n'existe pas actuellement de méthode fiable et efficace pour intervenir en cas de déversement de *dilbit*, ni à court terme ni à long terme. L'organisme recommande d'ailleurs aux organismes réglementaires et aux intervenants opérationnels de travailler activement à la mise au point de nouvelles techniques, tant pour la détection que pour la récupération.

---

[14] Voir l'important rapport de la National Academy of Sciences des États-Unis émis en 2015 à ce sujet

[15] Le *weathering* ou altération inclut un ensemble de processus physiques, chimiques et bactériologiques qui entraînent la transformation ou la séparation du produit initial en sous-produits ou composantes.

[16] benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes

Tableau 1 : Composition relative en % des différentes classes de pétrole brut incluant le dilbit (Source NAS, 2015; Hollebone, 2015[17])

Table 2-1 Major Classes of Compounds in Crude Oils, Percentages by Weight

Type of Crude Oil	Saturates	Aromatics	Resins	Asphaltenes
Light Crude[a]	92	8	1	0
Medium Crude[b]	78	15	6	1
Heavy Crude[c]	38	29	20	13
Diluted Bitumen[d]	25	22	33	20

[a]Scotia Light.
[b]West Texas Intermediate.
[c]Sockeye Sour.
[d]Cold Lake Blend.

SOURCE: Hollebone[22]

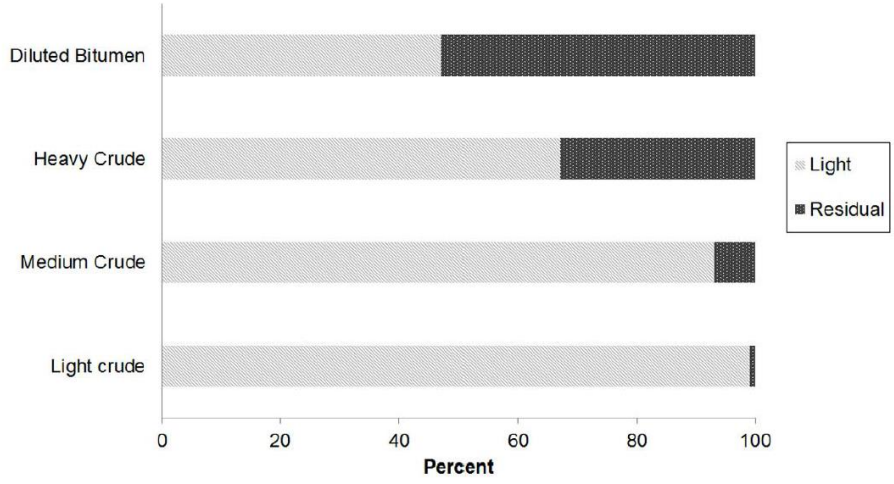


Figure 2-3 The relative proportions of light versus residual components in crude oils.

SOURCES: Hollebone[22] and Environment Canada[31]

Figure 8 : Composition relative des composants légers vs lourds dans les pétroles bruts (Source : NAS, 2015; Hellebone, 2015; Environnement Canada, 2015[18])

[17] Hollebone, B., The Oil Properties Data Appendix. In *Handbook of Oil Spill Science and Technology*, Fingas, M., Ed. John Wiley and Sons Inc.: NY, 2015; pp. 577-681.

En apparence, l'approche d'intervention présentée par TC (Trans-Canada, 2015[19]) s'appuie sur des méthodes traditionnelles élaborées pour faire face à un déversement de pétrole brut conventionnel qui conserve une certaine flottabilité à terme, ce qui permet de présenter un plan de mesure d'urgence semblant adapté au cas de figure décrit, la rivière Etchemin en l'occurrence. Sauf que le comportement très spécifique associé à chaque classe de pétrole lourd, le *dilbit* en particulier qui est le plus lourd, le plus visqueux et le plus adhérant, complique singulièrement les opérations de récupération prévues aux plans.

En pratique, lors d'un déversement, les intervenants sont immédiatement précipités dans une course contre la montre (heures, jour) afin de minimiser les conséquences de l'altération (*weathering)* qui libère le *dilbit* de sa fraction légère et lui permet de surnager, puis de couler au fond. Mais à ce cas seulement alors qu'il existe une multiplicité de circonstances qui peuvent retarder, entraver, voire rendre inutile l'intervention, en supposant que le plan soit adéquatement conçu pour le *dilbit*. La récupération des différentes fractions de brut dans le milieu est toujours partielle, même avec du pétrole léger, et il demeure très variable (typiquement 20-25% selon les différents experts) selon le produit, les milieux touchés, les circonstances particulières du déversement, la saison et le moment de la journée et la vulnérabilité du lieu. *A fortiori*, avec le *dilbit*.

Recommandation 4.2 :

Demander des informations détaillées à Trans-Canada concernant les taux de succès de récupération de pétrole brut lourd de type dilbit en cas de déversement massif atteignant les cours d'eau pérennes, et ce en fonction de la nature particulière du produit, des aléas du climat, de la saison, des circonstances et du lieu.

La **nature exacte du produit transporté, présumément du *dilbit*, n'est pas connue et son comportement dans l'eau est très différent de celui du pétrole léger conventionnel.** Les différentes composantes du *dilbit* font l'objet de brevets qui ne peuvent être divulgués (propriété intellectuelle exclusive à TC). La bibliographie spécifique au *dilbit* commence à émerger et les composantes du produit mieux connues (voir la recension de la NAS, 2015). Ainsi, la National Academy of Sciences a conduit une revue complète de la bibliographie pertinente suite à la catastrophe de la rivière Kalamazoo en 2010, mandatée par différents organismes réglementaires (US Dept. of Transportation, US Coast Gard, US EPA etc..) fournit quelques indications sur les constituants du produit et émet des conclusions accablantes pour sa dangerosité qui serait reliée à ses fortes propriétés d'adhérence aux structures, à sa densité accrue par son agglomération à la matière en suspension, ainsi qu'à la grande volatilité des diluants utilisés pour diminuer sa viscosité (flash point à moins 20-30 ^{o}C) qui le rend explosif à court terme (phase d'évaporation). On doit aussi considérer la lenteur, voire l'absence de l'action bactérienne de décomposition du bitume lourd dans les eaux froides qui

---

[18] Environment Canada ETC Spills Technology Databases, Oil Properties Database. http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/oilproperties/ (accessed 10/7/2015).

[19] TransCanada (2015). Projet Oléoduc Énergie Est - Volume 6 : Accidents et défaillances – Section 4 Sites d'intérêt

aurait pour effet de prolonger à long terme l'exposition des éléments vulnérables à différents épisodes de relargage de substances huileuses résiduelles dans l'eau.

De plus, la bibliographie n'a pas encore de solution non invasive et efficace à proposer pour récupérer ce pétrole lourd déversé contrairement à ce qu'affirme TransCanada. La planification adéquate des mesures d'urgence s'en trouve donc réduite à des spéculations sommaires basées sur des données non pertinentes relatives aux pétroles conventionnels et sur des méthodes classiques pas du tout conçues pour traiter les problématiques de *dilbit*.

Recommandation 4.3 :

Exiger de TransCanada la divulgation de la nature exacte des produits qui seraient transportés, incluant leurs paramètres d'adhérence, de flottabilité et de volatilité ainsi que leur degré de dangerosité pour les milieux aquatiques et la sécurité des populations exposées.

L'impact résiduel chronique sur les ressources en eau et les écosystèmes aquatiques n'est pas discuté ce qui laisse entendre (implicitement) que les mesures d'urgence pourront, par extension, s'avérer efficaces dans tous les cas de figure. Une multitude d'autres situations beaucoup plus risquées que celle proposée (ci-après) pour les vulnérabilités présentes dans les réseaux hydrographiques, telles que les usages sensibles (prises d'eau, récréotourisme) et les écosystèmes aquatiques, sont pourtant à considérer et il est douteux que les mesures d'urgence disponibles puissent traiter efficacement ces risques et mener à une « restauration » satisfaisante de ces milieux à long terme. Tout au plus, peut-on espérer une « réhabilitation » partielle de certains usages et des dommages irréversibles à grande échelle ont de grandes chances de subsister à long terme (chronicité).

Recommandation 4.4 :

Exiger de TransCanada qu'elle fournisse une analyse détaillée des dommages potentiels qui peuvent être infligés aux différents usages de l'eau exposés à un déversement de dilbit, incluant, l'alimentation en eau potable des communautés impactées, le récréotourisme et les écosystèmes aquatiques.

Provision financière en cas de déversement. En guise de réponse économique aux dommages tangibles, c.-à-d. monétisables en $, TC affirme mettre de côté 1G$ afin de répondre à de telles catastrophes. Ce montant serait sensé compenser financièrement les pertes de fonctionnalités des cours d'eau et leurs usages (service), et les remplacer par des alternatives permanentes ou transitoires, le cas échéant. Le succès tout relatif d'une opération de rétablissement peut toutefois s'avérer excessivement long et fastidieux et il exige la bonne foi et la diligence absolue de la Pétrolière ce qui, sans faire d'amalgame, est loin d'être démontré lorsqu'on considère l'accident de Lac-Mégantic et l'attitude des opérateurs.

Pour d'autres cas similaires à ceux évoqués (ex. : Kalamazoo), la phase de rétablissement s'étire sur des délais très supérieurs à ceux exigés par la US Environmental Agency. L'encadré

suivant[20] montre que plus de 5 ans après le déversement Kalamazoo, la négligence de l'exploitant à se plier aux exigences fait traîner en longueur la phase de rétablissement:

"Those deadlines would have been practical for a typical spill—but not for a tar sands oil spill. A half-decade later, some of the oil still remains—though, much of that has to do with Enbridge botching the cleanup effort"

Recommandation 4.5 :

Dans une approche formelle d'analyse de risque, exiger de TransCanada qu'elle fournisse une liste des valeurs monétaires qu'elle attribue d'amblée aux vulnérabilités présentes dans les zones potentiellement impactées ainsi qu'aux dommages causés aux usages de l'eau et aux écosystèmes en cas de déversement, et qu'elle précise en quoi le montant envisagé peut représenter sur l'horizon de la vie utile de l'oléoduc une garantie véritable, durable et suffisante en cas d'accident.

Des scénarios de pire cas. Le rapport de la National Academy of Sciences est clair par rapport à ce qui devrait constituer la base d'un véritable *Whorst Case Scenario* par rapport au volume déversé. Ainsi, il est requis de choisir parmi les situations suivantes celle qui occasionne les pires conséquences :

> The Worst Case Discharge is the largest volume, in barrels (cubic meters), of the following:
>
> 1. The pipeline's maximum release time in hours, plus the maximum shutdown response time in hours (based on historic discharge data or, in the absence of such historic data, the operator's best estimate), multiplied by the maximum flow rate expressed in barrels per hour (based on the maximum daily capacity of the pipeline), plus the largest line drainage volume after shutdown of the line section(s) in the response zone expressed in barrels (or cubic meters); or
>
> 2. The largest foreseeable discharge for the line section(s) within a response zone, expressed in barrels (or cubic meters), based on the maximum historic discharge, if one exists, adjusted for any subsequent corrective or preventive action taken; or
>
> 3. If the response zone contains one or more breakout tanks, the capacity of the single largest tank or battery of tanks within a single secondary containment system, adjusted for the capacity or size of the secondary containment system, expressed in barrels (or cubic meters).

(Source : National Academy of Sciences, 2015)

La portée d'un scénario du pire cas devrait inclure un déversement majeur et direct dans l'une ou l'autre des rivières principales traversées ou l'un de ses tributaires directs (comme le cas Kalamazoo, par exemple, où **3,32M to 3,79M de litres de « dilbit »** ont été déversés dans

[20] http://ecowatch.com/2015/07/25/tar-sands-oil-spill-kalamazoo/

un tributaire secondaire, Talmadge Creek [21]). Une bibliographie abondante existe sur cette catastrophe bien connue sans qu'on en rajoute ici.

Plus récemment, la **catastrophe de Nexxen en Alberta** (Figure 1), un site pourtant situé aussi près que 35 km de Fort McMurray, a impliqué un oléoduc très récent qui s'est fissuré longitudinalement. La faiblesse dans le pipeline n'avait pas été détectée par les inspections de routine. La fuite a perduré durant plus de 17 jours entre le 29 juin et le 15 juillet 2015 sans que le centre de contrôle ne détecte la fuite[22]. Le déversement a été constaté visuellement (Figure 1). **Le volume déversé dans la nature a atteint 3,75 M litres**.

[21] https://en.wikipedia.org/wiki/Kalamazoo_River_oil_spill

[22] http://globalnews.ca/news/2124589/nexen-to-provide-update-on-large-oil-spill-in-northern-alberta/

http://business.financialpost.com/news/energy/oilsands-pipeline-projects-look-doomed-after-nexen-oil-spill-leaves-two-big-football-field-of-black-goo

5. Le volume de pétrole potentiellement déversé avant la fermeture de l'oléoduc Énergie Est est sous-estimé par rapport au risque réel.

Dans un scénario du pire cas, par exemple, celui présenté pour la rivière Etchemin, fin 2015[23], le volume de dilbit déversé, du AWB (Access Western Blend), 21 972 barils ou 3 493 000 litres est calculé en fonction de paramètres impliquant une détection très rapide et une réponse quasi immédiate à une rupture transversale consistante à la fermeture des vannes. Jusque là, le scénario de TransCanada semble adéquat. Or, deux aspects du scénario ne sont pas conformes : l'hypothèse de détection immédiate d'une fuite ou rupture et la quantité déversée qui semble sous-estimer le volume de drainage de la conduite après la fermeture des vannes de sectionnements. Examinons ces deux points.

Plusieurs déversements catastrophiques documentés sont plutôt reliés à des fissures longitudinales (Kalamazoo, Nexxen, notamment) difficilement ou non détectables[24] par les méthodes classiques prévues. En fait, les deux déversements mentionnés ont été détectés visuellement par des observateurs sur les lieux plusieurs heures, voire jours après le début de la fuite. Donc des délais beaucoup plus longs que la norme proposée de 22 minutes (incluant la fermeture par TC) sont à considérer pour les fuites non détectables plutôt que la valeur proposée qui correspond à un bris de conduite transversal suite à un aléa naturel tel qu'un glissement de terrain, un séisme, une manœuvre accidentelle telle qu'un choc violent sur la conduite, et non pas seulement d'une fissure (fuites). Cette incertitude peut avoir des conséquences catastrophiques en retardant indûment le déploiement des mesures d'urgence.

Considérons maintenant le cas d'une rupture nette détectable immédiatement et qui doit constituer la base d'un scénario du pire (NAS, 2015), le volume déversé devrait d'abord inclure le volume débité avant la fermeture des vannes de sectionnement. Le délai de 22 minutes considéré comme la norme pour fermer ces vannes apparaît comme la situation idéale puisque, le cas échéant, le flux de 1,1 Mbarils/jour, ou 12,7 barils/s (2019 L/s) transporté sur 4600 km de conduite doit être stoppé ce qui n'est pas une mince décision à prendre dans un délai si court. **Le volume déversé avant la fermeture des vannes atteindrait alors 2,67 M litres** (un peu moins étant donné que le processus de fermeture est graduel à partir du constat, et pas instantané)**.** Le scénario retenu par TC pour l'Etchemin prévoit 21 972 barils (encadré suivant), soit 3,5 M litres. À ces quantités déversées, TransCanada devrait aussi ajouter celles provenant du drainage du segment de conduite entre deux vannes (voir ci-après).

---

[23] Oléoduc Énergie Est Ltée (2015) Rapport supplémentaire nº5 - Évaluation des risques. Annexe Vol 1-1 Décembre

[24] Au centre de contrôle en Alberta, il est très difficile de faire la différence entre les bruits de conduite associés à la présence de bulles de gaz dans l'oléoduc, et une fuite longitudinale dont le débit ne dépasse pas 1-1,5% du débit total de brut. Ainsi, la fuite dans la rivière Kalamazoo envoyait des signaux en ce sens au centre, mais l'ambiguïté du signal a retardé la réponse de plus de 15 heures, car on devait obtenir une confirmation directe sur le terrain.

Recommandation 5.1

Demander des précisions à TransCanada sur ce qu'elle entend faire pour garantir l'efficacité de la détection de fuite en cas de déversement et comment le calcul des volumes déversés avant et durant la fermeture graduelle des vannes de sectionnement a été effectué.

6. **La vidange du volume potentiel de l'oléoduc entre deux vannes de sectionnement n'est pas explicitement prise en compte (0,89 M L/km de conduite).**

Dépendant du profil topographique du terrain au voisinage d'un déversement, un scénario du pire cas doit tenir compte du volume résiduel de brut présent dans la conduite de 42 po[25] entre deux vannes de sectionnement qui pourrait être déversé (vidangé) gravitairement. Ce volume peut s'avérer bien plus considérable que celui déversé avant la fermeture des vannes. Dans ce cas extrême de vidange de la conduite entre deux vannes distantes de 30 km (hypothèse), un volume maximum de **26 millions de litres de brut (0,89 million de litres par kilomètre de conduite)** serait disponible pour le déversement par gravité en plus du volume déversé avant la fermeture des vannes. Le scénario de TransCanada pour l'Etchemin ne fait pas mention de la méthode de calcul utilisée pour tenir compte de la vidange de l'oléoduc entre deux vannes. La valeur utilisée, 3,5 Mlitres, demeure très inférieure au volume total qui pourrait s'écouler suite à la vidange partielle ou complète du tuyau

Recommandation 6.1 :

Exiger que l'élaboration de scénarios du pire cas (Whorst cas scenarii) prenne en compte les volumes potentiels pouvant réellement être déversés avant la fermeture complète des vannes de sectionnement, et suite à la vidange de la conduite de 42 pouces d'ÉE en fonction de la distance séparant deux vannes de sectionnement.

Recommandation 6.2 :

Exiger que l'élaboration de pires scénarios comprenne la mise en place de modèles de simulation appropriés dans chacun des cours d'eau exposés, incluant prioritairement le fleuve Saint-Laurent, et que les paramètres de ces scénarios tiennent compte des véritables conditions pouvant avoir cours lors d'un déversement.

Malgré toutes ces précautions théoriques, il est plus courant qu'un déversement soit dû à une fuite longitudinale dans la conduite (Kalamazoo, Nexxen) qui ne serait pas détectée parce le débit de fuite serait inférieur au seuil de détection des chutes de pression. Dans ce cas, la fuite pourrait perdurer jusqu'à ce qu'un résident ou inspecteur en soit témoin directement, ou lors du survol prévu pour ce faire. Ainsi, comme pour le cas Kalamazoo, le délai d'action suite à la détection de la fuite s'est étiré sur 17 heures (prochain encadré[26]) bien que de nombreux signaux d'alerte en ce sens aient été envoyés au centre de contrôle à Edmonton. C'est un délai de détection de 17 jours qui a été observé pour le cas Nexxen. Qu'adviendrait-il si la fuite n'était pas immédiatement détectable comme dans ces deux cas?

Il semble que les véritables fuites ne causant qu'une faible chute de pression ne puissent pas être aisément discriminées de variations normales de pression dans la conduite reliées à la présence possible de poches de gaz dans certains segments. Ces poches compressibles

[25] À Talmadge Creek (rivière Kalamazoo), la conduite avait 30 po de diamètre ce qui implique un volume résiduel dans la conduite entre deux vannes inférieures à celui planifié pour Énergie Est, soit 580 L/m – vs- 890 L/m

[26] http://www.huffingtonpost.ca/2012/06/22/enbridge-spill-kalamazoo_n_1620394.html

perturbent la régularité du signal de pression dans un ordre de grandeur similaire à celui produit par une fuite longitudinale. En de telles circonstances, la fermeture des vannes doit être précédée de vérifications plus poussées qui, si elles s'avèrent concluantes, peuvent néanmoins retarder indûment la fermeture des vannes. Les expériences de Kalamazoo et de Nexxen montrent bien le caractère aléatoire de ce processus (encadré).

> Enbridge pipeline controllers in Edmonton ignored repeated leak warnings for 17 hours before shutting down a pipeline that poured 20,000 barrels of oil into the Kalamazoo River in Michigan in July 2010, says a report from the U. S. National Transportation Safety Board.

Recommandation 6.3 :

Demander à Trans-Canada qu'elle précise comment elle entend procéder pour assurer, voire garantir qu'une fuite longitudinale dans la conduite pourra être détectée dans le minimum de temps prescrit dans sa demande (12 minutes) et qu'elle ne sera pas confondue avec une variation normale de pression dans la conduite.

7. L'approche des urgences par TC paraît hautement irréaliste quant à l'efficacité anticipée des mesures d'urgence proposées, notamment en hiver.

Dans les documents de TransCanada, pour chaque aspect ou phase spécifique d'un déversement, une réponse particulière est fournie sans que soit discutée l'efficacité de la mesure à court et à long terme eut égard aux impacts actuels ou résiduels. Cela laisse implicitement supposer que la mesure aura été efficace et qu'un rétablissement des usages sensibles et des écosystèmes (restauration) pourra être raisonnablement attendu. Le cas particulier d'un déversement de pétrole vers un cours d'eau en hiver sous couvert de glace (près de 5 mois/an) soulève quantité de problèmes logistiques dont nous discutons en annexe. TransCanada le reconnaît d'ailleurs[27]. Le traitement effectué de cette situation particulière par la compagnie est hautement simpliste, du moins inadapté au dilbit.

Or l'expérience de situations semblables indique que l'efficacité escomptée est loin d'être démontrée, au contraire. Des impacts résiduels sur les usages sensibles sont à redouter selon toute vraisemblance, comme en témoignent les impacts résiduels après plus d'une demi-décennie, évoqués précédemment pour la catastrophe de Kalamazoo. Il semble primordial que les mesures d'urgence soient planifiées en fonction de la survenue d'un ensemble complexe d'aléas dont les paramètres sont multiples :

a. la nature des produits transportés (notamment les mélanges diluants qui sont un secret industriel)
b. des quantités impliquées le cas échéant (suppose une détection sans faille des fuites et une fermeture immédiate des vannes)
c. de la durée d'un déversement (22 min versus heures / jours dans le réel)
d. du moment le plus vulnérable de l'année (la nuit en hiver)
e. la propagation de la nappe vers les vulnérabilités du fleuve Saint-Laurent
f. et de bien d'autres données qui définissent les paramètres d'un tel aléa

Recommandation 7.1 :

Demander à TransCanada qu'elle précise le degré d'efficacité normalement attendu du déploiement des mesures d'urgence en fonction de la survenue de l'un ou l'autre des scénarios élaborés et de fournir des informations sur les conditions opérationnelles qui pourraient réduire l'efficacité desdites mesures

[27] Oléoduc Énergie Est Ltée (2015) Rapport supplémentaire nº5 - Évaluation des risques. Annexe Vol 1-1 Décembre

8. **Le train OU l'oléoduc? Ce n'est vraisemblablement pas un « OU », mais un « ET » qu'il faut intercaler entre ces deux modes de transport. Une problématique de sécurité des populations s'ajouterait implicitement à celle de l'intégrité et la pérennité des ressources en eau.**

Une problématique de sécurité, une gestion en silo. La disponibilité et le coût de fabrication de produits diluants requis pour abaisser la viscosité originale du brut, en plus du fait que ledit produit ne peut être raffiné en produit fini au point d'arrivée, impliquent qu'il doit être réacheminé au point d'origine en Alberta. Il s'agit d'un mélange inconnu de distillats de gaz naturel mélangé à divers produits très fluides et très volatils (détonants) dont le *flash point* (mise en phase gazeuse) est très bas, soit autour de -20-30°C[28]. Le potentiel explosif peut persister de nombreuses heures tant que la fraction volatile du produit n'a pas fini de s'évaporer. Cette réalité suggère que la méthode d'intervention par brûlage pourrait être impossible à mettre en œuvre compte tenu du danger que cela représente pour le milieu environnant. D'ailleurs, même un déversement sous la glace (milieu confiné) pourrait présenter un potentiel explosif pendant les 72 premières heures faisant suite à l'accident.

Par ailleurs, la nécessité de retourner ces diluants, qui est reliée à leur coût élevé de fabrication, implique un transport accru d'hydrocarbures très significatifs vers l'Ouest, soit 25-30% du volume total de *dilbit* expédié vers l'Est, ce qui signifie plus de 300 000 b/j. Bien que des options alternatives existent pour réacheminer le diluant par l'entremise d'oléoducs existants[29] , l'option d'utiliser les convois actuels de trains est plus que vraisemblable.

---

[28] http://www.ai-ees.ca/media/10927/properties_of_dilbit_and_conventional_crude_oils_-_aitf_-_final_report_revised.pdf

[29] La note suivante relative à des alternatives oléoduc pour le réacheminement de diluants vers l'Alberta nous a été fournie gracieusement par Jacques Harvey, consultant, et sous toute réserve :

« *Kinder Morgan - Cochin Pipeline System* - Transport de 95 000 bpj de Windsor à Edmonton. Le pipeline est connecté à une latérale à Pasadena au Texas permettant de recevoir du diluant par la mer. (En opération)

Enbridge Southern Light Pipeline, la ligne 13 sera inversée pour le transport du diluent de Chicago à Edmonton. Prévois 180 000 à 275 000 bpj (inversion de gazoduc mise en service prévue 2025).

Plusieurs gazoducs allant de l'ouest vers l'est sur la côte Atlantique via Cushing pourraient être inversés pour le transport de diluant. Plusieurs oléoducs de diluant relient déjà le Pacifique et le Midwest américains à l'Alberta »

On peut poursuivre le raisonnement et postuler que le réacheminement de diluant vers l'Ouest est plus vital que le transport de brut par train vers l'Est. Ainsi, le transport de *dilbit* par train ne serait pas une option de plus par rapport à l'oléoduc Énergie Est, il est absolument requis pour optimiser le coût de transport et il procède d'une planification intégrée de cette activité. Donc, si notre postulat s'avère fondé, l'oléoduc Énergie Est ne peut d'aucune façon être dissocié du transport par train qui le complémenterait, voire s'y ajouterait

Le cas échéant, une **problématique de sécurité des populations et de gestion de déversement vers les cours d'eau** similaire à l'accident de Lac-Mégantic serait à redouter et pour cette raison doit être considérée comme faisant partie du périmètre du projet soumis par TC.

Recommandation 8.1 :

Dans une approche de planification réaliste des mesures d'urgence et de gestion intégrée des ressources en eau, exiger de TransCanada qu'elle intègre, le cas échéant, la problématique du transport de diluants (pour l'option dilbit) dans le périmètre du projet soumis à l'ONÉ et qu'elle fournisse toute l'information et les garanties requises pour assurer la sécurité des populations exposées en lien avec un scénario favorisant le réacheminement de matières dangereuses par chemin de fer.

Pourquoi le transport par train échappe-t-il à l'examen d'Énergie Est par l'ONÉ?. Le transport par train ne fait pas partie des paramètres du projet Énergie Est que l'ONÉ doit examiner, car cette activité relève plutôt du ministère des Transports et les chemins de fer sont déjà réglementés pour le transport des matières dangereuses. La complexité des interventions reliées à un déraillement de train tel que nous l'a démontré l'accident du Lac-Mégantic.

Dès lors, on doit considérer réalistement l'ajout **de nombreux convois de trains transportant plus de 300 000 barils par jour** (Énergie Est seulement) de ce produit très volatile (explosif, détonnant) dont la composition est un secret industriel breveté (faisant l'objet d'une non-divulgation). À cette quantité s'ajoute le diluant contenu dans les convois de train vers l'Est (30% du volume de dilbit qui pourrait être impliqué) soit 100 000 barils de plus. On peut figurer un total voisin de 400 000 barils par jour de diluant retourné.

Ces quantités cumulées sont du même ordre de grandeur que le pétrole consommé journalièrement par le Québec (typiquement 400 000 barils/jour). Les risques (ex. : Mégantic) de cet aspect complémentaire du projet ne sont pas discutés dans les documents de TC pour cause juridictionnelle.

Recommandation 8.2 :

Exiger de l'Office national de l'Énergie qu'elle impose à TransCanada de préciser ses intentions concernant possible l'usage du chemin de fer tant pour le réacheminement de matières dangereuses vers l'Ouest et la possibilité corollaire que les convois servent au retour au transport de pétrole brut de type dilbit.

9. Le transport présumé par chemin de fer du diluant du dilbit qui serait complémentaire au transport par oléoduc forme un scénario du pire distinct de l'oléoduc et il n'est jamais abordé par TransCanada dans les documents disponibles

Conséquemment, dans une perspective de gestion intégrée des risques et d'impacts cumulatifs, la survenue d'un accident ferroviaire du type de Mégantic doit être prise en compte dans la scénarisation des pires cas à traiter. Deux familles de risque doivent alors être analysées :

1. d'abord, le **risque additionnel pour la sécurité que les populations** exposées vont encourir sur le trajet du chemin de fer traversant de nombreuses agglomérations urbaines ou villages (ex. : Lévis sur le territoire de la CMQ), risque accru par la nature hautement volatile du produit;
2. ensuite, les impacts similaires pour les ressources en eau de la vallée du Saint-Laurent à ceux occasionnés au lac Mégantic et dans la rivière Chaudière qui peuvent survenir d'accidents ferroviaires.

Recommandation 9.1 :

Exiger de TransCanada qu'elle réalise pour la composante du projet dédiée au réacheminement de diluants vers l'ouest le même genre d'études d'impact et de sécurité demandée pour l'oléoduc Énergie Est, notamment par l'élaboration de pires scénarios pouvant résulter d'un accident ferroviaire.

10. Le fleuve Saint-Laurent : un mégamélangeur où l'amont alterne avec l'aval avec les phases de la marée et le « laissé-pour-compte » dans les analyses de risque de TC.

Cet aspect majeur du risque est traité distinctement par l'INRS à la demande de la CMQ (Secretan, 2016)[30]. Nous l'abordons sommairement ici.

La survenue d'un déversement direct ou indirect atteignant le fleuve Saint-Laurent n'est pas considérée dans les documents soumis par TransCanada sauf accessoirement pour traiter d'un déversement dans l'Etchemin. Aucune référence n'y est faite à l'effet des marées dans la région de Québec. Or, tous les tributaires traversés par l'oléoduc dans la région ou, le cas échéant, par le train retournant les diluants vers l'Alberta peuvent servir de vecteur de contamination du fleuve en quelques heures seulement, voire moins d'une heure[31]. Le régime des courants associés à la marée qui est marqué par une inversion directe des courants implique que le fleuve Saint-Laurent agit comme un gigantesque mélangeur dont la portée englobe l'ensemble de son estuaire supérieur entre Montmagny et Trois-Rivières[32]. La forte amplitude de la marée (plus de 6 m à Québec) et les courants de marée maximums (typiquement 2 m/s) ajoutent aux difficultés d'intervention en cas de sinistre.

Cette propriété hydrodynamique du fleuve dans la région implique qu'un déversement dans l'un ou l'autre des tributaires des rives nord ou sud atteindrait vraisemblablement le fleuve et aurait des conséquences graves sur les deux rives, et à la fois à l'amont et à l'aval de la confluence de cours d'eau touchés. Minimalement, on compte quatre prises d'eau au fleuve dans la région, en plus de celle présente dans la Chaudière. Tout plan d'intervention pour faire face à un déversement implique une course contre la montre (heures) pour toutes les rivières traversées afin d'éviter que le pétrole ne s'altère trop (*weathering*) et qu'il coule au fond ou n'aille de coller à toutes les structures présentes dans l'eau.

Il est donc important de réaliser que même un **déversement en aval de Québec pourrait être rabattu sur Québec-Lévis** en phase de montant (flot). Cette idée est également applicable partout dans l'estuaire supérieur où se produisent les inversions de courant. Enfin, il est à souligner que les épisodes d'étale de courant de marée basse et de marée haute sont de nature à concentrer la nappe de pétrole à l'embouchure des cours d'eau avant que le courant de marée ne les propage vers l'amont ou l'aval au jusant.

Le Conseil de Conservation du Nouveau-Brunswick a produit un rapport sur Énergie Est qui soulève des préoccupations majeures similaires aux présentes pour le terminal d'Énergie Est à

[30] Yves Secretan (2016). Project Énergie-Est : Vulnérabilité et exposition de l'estuaire fluvial du St-Laurent dans la région de la CMQ. Rapport INRS (En préparation).

[31] cf. les simulations sommaires des temps de parcours d'une nappe de pétrole vers la confluence des cours d'eau au fleuve présentée précédemment

[32] Voir à cet effet la fiche 1 du chantier « Pérennité de la ressource » de la Table de Concertation régionale (TCR) pour la gestion intégrée du Saint-Laurent. Les travaux préliminaires de modélisation par l'INRS-ETE sont consacrés à ces phénomènes complexes

St. John dans la baie de Fundy[33]. Sans considérer les impacts de l'oléoduc sur le fleuve Saint-Jean, pourtant très réels, les préoccupations exprimées concernent l'impact d'une navigation accrue de navires-citernes sur la qualité de l'eau et le régime sonore, deux types de conséquences délétères pour les baleines du golfe du Maine et les ressources halieutiques. Certaines de ces préoccupations sont applicables à l'estuaire du Saint-Laurent, notamment en lien avec les ressources halieutiques déjà en péril.

On peut aussi noter que la même problématique de risque de contamination fluviale prend place tout le long du fleuve Saint-Jean au Nouveau-Brunswick qui est longé par le projet d'oléoduc.

Recommandation 10.1 :

Exiger de Trans-Canada qu'elle réalise toutes les études requises pour mesurer le degré de vulnérabilité des multiples usages de l'eau du fleuve Saint-Laurent à un déversement et leur exposition réelle à la propagation d'une nappe de pétrole déversé, en considérant tous les points d'entrée possibles dans son réseau hydrographique secondaire

Qu'elle évalue dans chaque cas l'ensemble des dommages tangibles ou intangibles, et qu'elle précise la valeur qu'elle leur attribue en termes monétaires.

[33] http://www.conservationcouncil.ca/fr/que-revele-reellement-cette-etude/

11. L'état de référence de la qualité de l'eau des cours d'eau exposés à un déversement, tel que documenté dans les écrits de TC, indique que la plupart de ceux-ci seraient dans un état initial « très mauvais » à « passable », rarement bon – Déresponsabilisation a priori.

Cet énoncé implique que, dans la vision de TC, les conséquences d'un déversement ne seraient pas si graves étant donné le niveau avancé de dégradation initial des cours traversés par l'oléoduc. Une telle attitude fait fi des efforts de décontamination antérieurs des cours d'eau et ressemble à une **déresponsabilisation *a priori*** de l'exploitant par rapport aux impacts additionnels anticipés. En cas de déversement, elle laisse présager de longues batailles judiciaires pour établir la part de responsabilité de TC dans la dégradation additionnelle des cours d'eau qui résulterait d'une mauvaise pratique ou d'un déversement. Le cas du transport de diluants du *dilbit* par train serait traité indépendamment de la responsabilité de TC puisque ces infrastructures ne lui appartiennent pas.

Les organismes de bassin versant (OBV) ont justement pour mission fondamentale de travailler à la gestion harmonieuse, à la préservation et à la restauration de la qualité des ressources en eau en évitant les conflits d'usage (ex : prises d'eau, écosystèmes –vs- contaminations) avec une démarche concertée pouvant à l'occasion faire appel à des mécanismes de conciliation des usages. Dès lors, un état actuel dégradé ne saurait servir de justification pour rajouter aux charges de contaminant actuellement présent, surtout si les impacts ont une dimension aléatoire et irréversible.

Recommandation 11.1 :

Exiger de Trans-Canada qu'elle précise les informations qu'elle retient concernant l'état initial de qualité des cours d'eau traversés, notamment en ce qui concerne les paramètres considérés, les critères de qualité pris en compte et les conditions prévalant au jugement porté sur leur état initial

Recommandation 11.2 :

Demander aussi que soient précisés les paramètres spécifiques de qualité de l'eau qui pourraient être impactés non seulement par l'implantation de l'oléoduc, mais surtout consécutivement à un déversement accidentel en phase opérationnelle

12. La notion de risque implique un traitement élaboré des vulnérabilités. Aucune donnée précise n'est fournie par rapport à l'inventaire des vulnérabilités potentiellement exposées à un déversement dans le fleuve Saint-Laurent ou l'un de ses nombreux tributaires.

Les documents présentés par TC mettent l'emphase sur un seul usage stratégique, les prises d'eau situées dans le périmètre immédiat en aval des points de traversée. Tous les autres usages qui dépendent de la qualité de l'eau (baignade et sports de contact, navigation de plaisance, pêche sportive et commerciale) de même que la pérennité des écosystèmes aquatiques ne semble pas prise en compte dans l'identification de potentiels impacts d'un déversement.

Recommandation 12.1 :

Exiger de TransCanada qu'elle procède à un inventaire exhaustif des usages de l'eau du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires exposés à une dégradation en phase de mise en place et/ou à un déversement accidentel en phase d'exploitation,

Recommandation 12.2 :

Exiger de TransCanada qu'elle précise si les impacts anticipés sur les usages de l'eau ont un caractère chronique et irréversible, le cas échéant, et autrement, de spécifier la période normale requise pour un rétablissement normal suite à déversement.

13. Plusieurs des impacts d'un déversement sur les usages anthropiques ou écologiques anticipés sont par nature irréversibles, donc chroniques et récurrents. Le risque se mesure en $ aux fins de compensations sur une période équivalent à la durée du dommage.

Tout risque relié à un déversement accidentel implique des dommages tangibles parfois difficilement monétisables en $. Certains dommages intangibles, tels que le service écologique des cours d'eau, doivent être considérés sur une période beaucoup plus longue (indéfinie) que la durée de vie utile de l'ouvrage. L'attribution d'une valeur monétaire aux intangibles par un exploitant peut se voir entachée d'arbitraire et ouvre la porte aux conflits d'intérêts. En cas d'accident, il semble primordial de connaître *a priori* la valeur monétaire attribuée par TC à ces divers vulnérabilités et dommages, car c'est cette méthodologie de calcul qui pourrait servir à déterminer les dédommagements et compensations financières à venir.

Recommandation 13.1 :

Exiger de l'Office national de l'Énergie qu'une étude coûts/avantages indépendante soit conduite en lien avec l'ensemble du projet d'oléoduc ÉE sur le territoire immédiat ou adjacent de la CMQ en considérant les risques encourus sur la durée de vie utile de l'infrastructure.

14. La problématique du dérèglement climatique et de l'émission massive de gaz à effet de serre est un enjeu exclu des documents de Trans-Canada.

Cette préoccupation ne concerne pas directement la pérennité des ressources en eau, elle forme plutôt une préoccupation citoyenne à plus grande échelle.

Ainsi, la production de 3 barils de pétrole bitumineux implique le brûlage de 1-2 barils[34] ce qui accroit l'ampleur de la problématique de l'extraction de pétrole des sables bitumineux à l'égard de la production de gaz à effet de serre (GES). De plus, la production d'un litre de pétrole exige 4,5 litres d'eau pour produire la vapeur servant à chauffer le produit en vue de l'extraction.

Recommandation 14.1 :

Exiger de l'Office national de l'Énergie que la problématique de l'émission de gaz à effet de serre (GES) soit prise en compte dans les données stratégiques du projet reliées aux changements climatiques, et qu'elle fournisse des détails sur la conciliation entre ces impératifs climatiques et l'intention des Pétrolières de l'Alberta d'intensifier l'exploitation de pétrole issu des sables bitumineux.

[34] http://www.centrere.uqam.ca/public_html/site_pedagogique/planetedortaugaz/activite-sable.htm

15. Les milieux humides, les zones de recharge des nappes phréatiques et les milieux souterrains sont des compartiments du cycle de l'eau qui peuvent servir de vecteur de contamination à long terme des eaux de surface dans les bassins versants traversés par l'oléoduc

Les déversements directs ne sont pas les seuls vecteurs de contamination pouvant affecter nos cours d'eau. Le cycle de l'eau forme un tout organique où tous les compartiments sont interreliés par des transferts de masses d'eau (Figure 9). Les milieux humides forment des zones de séjour prolongé de l'eau avant d'atteindre les eaux courantes. Si les temps de séjour dans la zone hyporhéique jouxtant immédiatement la zone d'eau libre en surface peuvent être relativement longs, la couche superficielle à surface libre peut toutefois ruisseler son trop-plein assez rapidement vers les cours d'eau, agissant alors tel un bassin de rétention en période de fortes averses. À terme, la contamination associée à un déversement pourrait, lors de fortes averses, rejoindre le premier cours d'eau en aval sur le réseau hydrographique et ultimement contaminer le fleuve Saint-Laurent, son estuaire, puis la mer. De surcroît, cette contamination peut devenir chronique.

Les difficultés d'intervention estivale dans les milieux humides compliqueraient alors au maximum les interventions. Ne pas oublier que la mise en place de l'oléoduc se fait normalement en hiver pour minimiser l'impact écologique et les problèmes logistiques.

Concernant les zones de recharge des nappes phréatiques et les nappes elles-mêmes, ce sont, occasionnellement les contributeurs presque exclusifs au bilan des eaux de surface lors d'épisodes prolongés sans pluie, et ils le sont systématiquement chaque année à mesure où l'hiver progresse avec un pic vers mars dans nos latitudes. Les périodes à faible débit sont celles où la quantité et la qualité de l'eau sont les moins disponibles pour les usages. La qualité de l'eau est alors moins bonne à cause du pouvoir de dilution réduit par le faible débit. Toute contamination d'une nappe phréatique est de nature à injecter une contamination chronique dans les eaux superficielles.

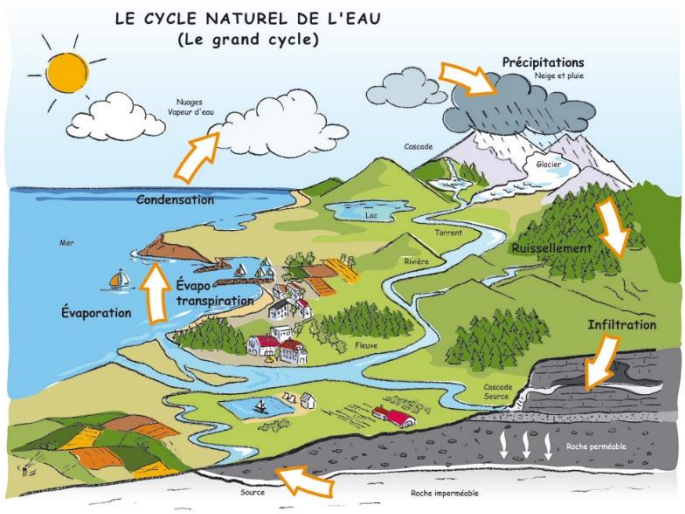


Figure 9 : Liens fonctionnels unissant les différents compartiments du cycle de l'eau et le cheminement des contaminants

(Source : https://www.veoliaeau.re/Le-Cycle-de-l%E2%80%99eau-481183f89d78d.html)

Recommandation 15.1 :

Exiger de TransCanada qu'elle adopte une approche d'analyse systémique à l'égard de la migration des contaminants dans le cycle de l'eau et que les liens hydrologiques unissant les différents compartiments du cycle de l'eau soient rigoureusement pris en compte dans les analyses d'impacts.

ANNEXE 1: Calculs sommaires[35] des temps de parcours d'un déversement vers le fleuve Saint-Laurent à partir d'un cours d'eau traversé par l'oléoduc

Objectif sommaire

Afin d'estimer le délai alloué aux équipes d'urgence pour intervenir sur le milieu en situation de déversement, il nous est apparu utile de réaliser quelques calculs simplifiés basés sur des conditions hypothétiques concernant l'hydrodynamique des cours d'eau exposés, la distance minimale entre le point de traversée de l'oléoduc et la confluence avec le fleuve Saint-Laurent en concentrant notre attention sur la fraction du brut susceptible de voyager le plus rapidement soit en surface ou dans la colonne d'eau. La formule suivante est appliquée :

$$T = \frac{L}{3600 \times V}$$

Où,

T est le délai caractéristique alloué avant qu'une nappe déversée au point de traversée du cours d'eau n'atteigne le fleuve Saint-Laurent (heures)

L est la distance en m séparant un point de traversée d'un cours d'eau par l'oléoduc de sa confluence avec le fleuve Saint-Laurent

V une fourchette de vitesses caractéristiques en m/s représentant le mouvement des courants porteurs de la nappe.

Postulats

Nous postulons que, quelle que soit l'efficacité, limitée notamment par rapport au délai de déploiement, des interventions conduites dans le cours d'eau lui-même, une fraction significative du brut atteindra toujours le fleuve Saint-Laurent soit par la surface, soit par la colonne d'eau. Cette hypothèse est d'ailleurs admise dans les documents soumis par TC et son traitement de la rivière Etchemin[36]. L'aléa peut perdurer relativement longtemps dans le cours d'eau affecté en raison de la variabilité latérale et verticale des courants et la propension du dilbit à s'altérer rapidement, puis à couler au fond. Si l'attention de l'exercice se concentre ici sur l'exposition indirecte du fleuve Saint-Laurent à un déversement, cela n'implique pas que les impacts sur les cours d'eau traversés soient négligeables, au contraire.

[35] Ces calculs ont été réalisés par l'équipe de géomatique de la CMQ selon les indications fournies par l'auteur

[36] Oléoduc Énergie Est Ltée (2015) Rapport supplémentaire nº5 - Évaluation des risques. Annexe Vol 1-1 Décembre

> The transport, fate, and effects of spilled oil depend not only on the characteristics of the oil but also on the environments and conditions at the time and place of the spill. The consequences of a spill of diluted bitumen into a stream at base flow will differ from those at flood conditions based on the effect of turbulence on suspended particle formation, the availability of sediment particles for adhesion, the extent of the riparian or floodplain zone at risk, and the length of stream affected within the first few days. Similarly, the public safety issues surrounding volatilization of lighter fractions would be different in a recreational community on a holiday weekend compared to midweek during low season. Every spill presents a unique combination of conditions. Responders on scene must use their experience to adjust the response plan to the circumstances that confront them.

(Source : US National Academy of Sciences, 2015)

Les cartes qui sont présentées dans le cadre de cet avis montrent les distances estimées et les délais typiques de propagation vers l'aval à partir du point de traversée de l'oléoduc du front initial d'une nappe en fonction de l'hydraulicité du moment. Les valeurs sont indicatives seulement du délai. Ainsi, les figures 4, 5 et 7 montrent 3 exemples parmi les 34 possibilités de contamination indirecte par les tributaires dans le territoire immédiat ou adjacent de la CMQ.

Scénarios de vitesses proposés

Trois scénarios de vitesses de propagation sont pris en compte dans l'analyse :

1. Vitesses plus lentes : 0,5 m/s
2. Vitesses moyennes (scénarios de TransCanada) : 0,83 m/s
3. Vitesses plus rapides : 1,5 m/s

On note que le scénario mitoyen (0,83 m/s) est celui proposé par TransCanada dans le cadre de l'analyse de son scénario générique de déversement dans les eaux courantes. Dans une mise à jour récente traitant du cas de l'Etchemin, la vitesse retenue a été minorée à 2,5 km/h (0,69 m/s) sans explication. Ce chiffre nous apparaît faible si l'on tient compte des possibilités de déversement en conditions de crue. Lors d'une crue, la charge en sédiments du cours d'eau augmente rapidement; or, la forte propension du *dilbit* (la fraction lourde et visqueuse formée par les résines et alphaltènes) à se lier à la matière en suspension augmente sa densité et diminue sa flottabilité. Les conditions de crue sont donc les plus problématiques, mises à part les conditions hivernales avec couvert de glace et présence de frasil. De plus, si l'on considère que le profil vertical des vitesses n'est pas constant (il est logarithmique) et que les vitesses superficielles peuvent être 15-20% supérieures à la valeur moyenne sur la verticale, la vitesse retenue par TC correspond à la borne minimale que nous utilisons. L'hypothèse de vitesse appliquée à l'Etchemin (2,5 km/h ou 0,69 m/s) ne satisfait pas à la définition du pire scénario qui implique que le déversement se produirait dans des conditions hydrométéorologiques adverses et suggère que TC chercher à se donner du temps pour crédibiliser ses plans de mesures d'urgence.

Comme il est de mise lorsqu'un paramètre de calcul varie dans le temps et apparaît incertain, le modélisateur doit conduire une analyse de sensibilité qui prend en compte l'incertitude escomptée, de là la plage paramétrique couverte par nos calculs. Il n'est toutefois pas

impossible que des valeurs supérieures ou inférieures à celles retenues puissent se produire, respectivement lors de fortes crues ou d'étiages sévères.

Implications quant à la variabilité naturelle de l'hydrodynamique dans le temps et l'espace et à la dispersion du produit

La nature tridimensionnelle des écoulements en cours d'eau implique que la colonne d'eau présente une stratification verticale (logarithmique) et latérale des vitesses de courants. La conséquence de cette variabilité signifie qu'une nappe déversée sera très certainement dispersée latéralement dans l'espace (contraintes de cisaillement et mécanismes de turbulence), et donc dans le temps, compte tenu de l'hétérogénéité du champ de vitesse dans la section d'écoulement. L'étalement est dû simultanément à la turbulence de l'écoulement et aux propriétés de la fraction légère du brut (les BTEX) qui voyagera en surface ou dans la colonne d'eau (émulsion). À cette dispersion spatiale et temporelle, s'ajoute celle liée à la durée du déversement (court terme) et à la persistance à long terme de certains produits lourds captés par les sédiments et les surfaces souillées, et qui pourront relarguer des contaminants résiduels lors des crues subséquentes.

Seul un exercice de modélisation détaillée (spatialement distribuée en 2D ou 3D) pour l'hydrodynamique et la propagation de contaminants pétroliers peut répondre de façon relativement adéquate à un tel questionnement, bien que des hypothèses simplificatrices doivent toujours être posées.

Non-applicabilité au Saint-Laurent

Les scénarios présentés ici à l'égard des hypothèses de vitesses ne sont pas applicables au fleuve Saint-Laurent étant donné le processus transitoire d'inversion complète des courants qui prend place dans l'estuaire supérieur du Saint-Laurent selon les phases de la marée. Des vitesses maximums de 2 m/s, voire plus au flot ou au jusant, peuvent ainsi être observées en face de Québec et dans l'estuaire supérieur. Une modélisation détaillée et transitoire des champs de vitesse est requise pour évaluer les mécanismes et chemins de propagation possibles d'une nappe de pétrole flottante ou en émulsion dans le fleuve. Les travaux de modélisation de Y. Secretan de l'INRS en collaboration avec Environnement Canada portent sur cet aspect.

Conditions hivernales

Pour ce qui est des conditions hivernales, différents facteurs, surtout topographiques (bathymétrie, dénivelée), peuvent influencer l'hydrodynamique des cours d'eau en cette saison, et particulièrement la prise du couvert de glace dans ses différentes formes et sa stabilité en fonction des conditions hydrométéorologiques (embâcles, débâcles).

Quand les pentes sont faibles et les profondeurs suffisantes, on a un couvert de glace (banquise) plutôt uniforme qui se forme graduellement et dont l'épaisseur peut atteindre 50-80 cm, voire plus à la fin de l'hiver.

Si la profondeur du cours d'eau est plutôt faible (< 1 m), la récession du débit au cours de l'hiver (l'étiage de la fin de l'hiver est le + sévère de l'année dans nos climats) s'accompagne d'une réduction significative du niveau d'eau. Ceci a pour effet d'appuyer graduellement une large partie de la banquise sur le fond et de confiner la section d'écoulement. Le débit résiduel se retrouve ainsi canalisé dans une section très réduite du cours d'eau, soit l'espace disponible sous la glace non appuyée, généralement le(s) thalweg(s). Dans tous les cas, la section d'écoulement s'en trouve réduite et l'eau doit alors circuler sous pression pour faire son chemin dans un espace réduit sous la banquise. La vitesse d'écoulement pourrait alors être augmentée même si le débit diminue.

Nous croyons que les vitesses d'écoulement précédentes, proposées pour les conditions hydrodynamiques à surface libre, peuvent faute de mieux être considérées comme des hypothèses raisonnables, en première approximation, voire même minimale, pour l'hiver.

Cas particuliers : frasil, embâcles consolidés

Lorsque le cours d'eau comporte des rapides ou ruptures de pente importantes, il génère massivement du frasil lors des nuits froides (typiquement < -8 degrés C) dans les zones libres de glace à cause des forts courants. Ce frasil va migrer sous la banquise vers l'aval et aller se contre-déposer (sédimentation inversée) contre le couvert de glace et ainsi contribuer à restreindre encore plus la section d'écoulement disponible.

Le cas particulier d'une reprise d'un couvert de glace (consolidation) résultant d'un d'une débâcle en amont suivi d'un embâcle ne peut se traiter aussi simplement étant donné le caractère hautement chaotique des écoulements à travers les nombreux interstices d'une banquise fracturée et reconsolidée.

Portée des cours d'eau exposés par rapport au territoire de la CMQ

Les calculs réalisés ont une portée spatiale limitée aux cours d'eau traversant le territoire de la CMQ. La véritable portée des cours d'eau pouvant impacter le fleuve en général et son estuaire supérieur devrait inclure toutes les tributaires traversées en amont de la CMQ sur une distance telle que les impacts s'y produisant deviendraient non significatifs dans son territoire. Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent donc que quatre cours d'eau principaux, la Jacques-Cartier, la Beaurivage, la Chaudière et l'Etchemin. Il est entendu que tous les autres cours d'eau traversés, bien que plus éloignés, peuvent occasionner des risques similaires à ceux retenus pour illustration.

Nous estimons également que les cours d'eau de la plaine du Saint-Laurent qui seraient éventuellement traversés par un chemin de fer acheminant des diluants vers l'ouest présentent des risques de contamination différents de ceux traversés par l'oléoduc, mais qui sont tout aussi importants. En conséquence, ils ne peuvent pas être négligés en raison des risques additionnels pour la sécurité des populations exposées.