

**PROJET D'INVERSION DE LA CANALISATION 9B ET
D'ACCROISSEMENT DE LA CAPACITÉ DE LA
CANALISATION 9**

**RAPPORT SOMMAIRE DE L'ANALYSE DES TRANSITOIRES
SUR LE RÉSEAU PRINCIPAL**

Rédigé par :

Enbridge Pipelines Inc.

Septembre 2013

Table des matières

SOMMAIRE	3
1.0 CIRCUITS DE SÉCURITÉ EXISTANTS VISANT À ASSURER UNE PROTECTION CONTRE LES SURPRESSIONS	5
2.0 SCÉNARIOS	5
2.1 ÉTAT STABLE INITIAL	5
2.2 FERMETURE DE LA VRP AVEC DÉFAILLANCE DES COMMUNICATIONS DU POSTE (COMM-OUT).....	6
2.3 FERMETURE DE LA VRP DE REFOULEMENT AVEC COMMUNICATIONS ACTIVES (COMM-IN).....	6
2.4 FERMETURE DE LA VRP DE REFOULEMENT AVEC DÉFAILLANCE DES COMMUNICATIONS DU POSTE (COMM-OUT)	6
3.0 SOMMAIRE DES RÉSULTATS	6
4.0 ATTÉNUATION	7
5.0 CONCLUSION	7
ADDENDA – ANALYSE DE SCÉNARIOS DE DÉFAILLANCE MULTIPLES	9
A1.0 ANALYSE TRANSITOIRE SUPPLÉMENTAIRE	9
A2.0 SCÉNARIOS SUPPLÉMENTAIRES	9
A2.1 FERMETURE DE LA VRP DE POSTE AVEC DÉFAILLANCE DES COMMUNICATIONS SORTANTES (COMM-OUT) ET FERMETURE DE LA VANNE DE SECTIONNEMENT DE CANALISATION PRINCIPALE LA PLUS PRÈS EN AVAL	10
A3.0 SOMMAIRE DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE SUPPLÉMENTAIRE	10
A4.0 ATTÉNUATION	11
A5.0 CONCLUSION	12

SOMMAIRE

Une série de simulations transitoires ont été menées pour le projet d'inversion de la canalisation 9B et d'accroissement de la capacité de la canalisation 9 afin de déterminer les cas où les surpressions causées par des conditions d'exploitation anormales pourraient dépasser 110 % de la pression maximale de service (« PMS ») du pipeline et de recommander des mesures d'atténuation. Les scénarios suivants, exposés en détail dans le présent rapport, sont les pires éventualités :

- fermeture des vannes régulatrices de pression du poste – communications désactivées (défaillance des communications du poste);
- fermeture des vannes régulatrices de pression de refoulement – communications actives (avec communications du poste);
- fermeture des vannes régulatrices de pression de refoulement – communications désactivées (défaillance des communications).

À la suite des analyses des transitoires, les mesures d'atténuation suivantes ont été intégrées à la conception du projet d'inversion de la canalisation 9B et d'accroissement de la capacité de la canalisation 9 :

- installation de clapets antiretour de dérivation à North Westover, Hilton et Cardinal;
- mise à niveau du système de communication secondaire à North Westover;
- installation d'un système de surpression à Montréal, avec réservoir d'équilibrage de pression, vannes et tuyauterie, ou d'un système de surpression équivalent.

Des analyses supplémentaires de scénarios de défaillances multiples ont été demandées par l'Office national de l'Énergie (« ONÉ ») dans la DR 4.7 de l'ONÉ. Ces analyses supplémentaires ont examiné les scénarios suivants, qui sont exposés en détail dans l'addenda du présent rapport :

- Fermeture des vannes régulatrices de pression du poste — communications désactivées (défaillance des communications du poste lorsque la vanne régulatrice de pression est défectueuse) avec une fermeture simultanée de la vanne de sectionnement la plus près en aval.

Ces scénarios supplémentaires ont entraîné des PMS non atténuées qui étaient plus basses que celles des scénarios originaux de fermeture des vannes régulatrices de pression du poste et de refoulement analysés précédemment par Enbridge. De plus, l'analyse a confirmé que les mesures d'atténuation proposées actuellement sont suffisantes pour réduire la pression de service maximale du réseau selon des limites acceptables dans les scénarios de défaillances multiples étudiés. Donc, aucune mesure d'atténuation supplémentaire n'est nécessaire.

Il a été conclu que les installations existantes combinées à la logique de commande du pipeline et aux mesures d'atténuation proposées fourniront une protection adéquate pour le pipeline dans des conditions d'exploitation anormales.

Enbridge a récemment pris une décision concernant l'installation de nouvelles vannes de sectionnement commandées à distance le long de la canalisation 9. Avant de mettre en service la canalisation 9B dans la direction inversée, 17 vannes de sectionnement commandées à distance seront installées le long de la canalisation 9. Les emplacements des vannes ont été choisis soigneusement selon le potentiel de réduction de volume et d'autres facteurs, notamment la proximité aux zones sensibles comme les franchissements de cours d'eau, les sources d'eau potable, les secteurs habités, les zones écosensibles et d'autres types de zones sensibles. Ces vannes commandées à distance seront conçues de telle sorte que leur fermeture ne provoque aucune surpression dépassant 110 % de la PMS dans la canalisation.

1.0 Circuits de sécurité existants visant à assurer une protection contre les surpressions

Dans un poste individuel, seules les pressions d'aspiration et de refoulement du poste fournissent une protection de la pression locale. Cependant, la logique du système de commande du pipeline détecte toutes les pressions en action le long de la canalisation et peut prendre des mesures correctives pour ajuster les pressions dans une série de postes, si nécessaire.

Le programme des seuils d'exploitation prend en compte toutes les variables pertinentes pour déterminer un ensemble de seuils d'exploitation qui, dans des conditions d'exploitation uniformes, veille à ce que le profil de pression demeure dans les limites admissibles à tous les points entre le côté refoulement d'un poste et le côté aspiration, ou assure le maintien de la pression du poste suivant en aval.

Le système d'alarme de l'indicateur de pression de la canalisation (« IPC ») surveille les pressions de refoulement et d'aspiration du poste et peut amorcer des réductions à des points définis, des fermetures d'unité ou des fermetures de canalisation complète, au besoin, pour éviter les situations de surpressions pourvu que les communications de chaque poste soient actives, en l'occurrence à l'état COMM-IN. Le système d'alarme de l'IPC est appuyé par des systèmes locaux indépendants. Chaque poste comporte un système d'arrêt de la pression de refoulement qui est réglé à une valeur plus élevée que le système d'alarme de l'IPC et dont le fonctionnement est indépendant de celui-ci. Ces systèmes et installations fonctionnent conjointement en vue de fournir une protection contre la surpression à la canalisation pertinente durant les conditions d'exploitation stables et anormales.

2.0 Scénarios

Les scénarios décrits ci-dessous ont été définis comme les pires conditions d'exploitation anormales qui pourraient entraîner une fluctuation de la pression dépassant 110 % de la PMS du pipeline. Le logiciel de simulation GL Noble Denton (Stoner) SPS 9. 7 a été utilisé pour l'analyse des transitoires.

L'ensemble du réseau principal a fait l'objet d'une simulation entre le terminal de Sarnia (« TS ») et celui de Montréal (« TM »).

2.1 État stable initial

Deux états stables initiaux ont été utilisés :

- Débit maximal : le débit est maximisé au moment du refoulement à la sortie de chaque poste de pompage à la pression maximale. À des fins d'estimation prudentes, le débit

maximal utilisé pour l'analyse des transitoires est supérieur de 5 % au débit de conception du pipeline – 2 208 m³/h (333 000 bpj);

- Pression maximale : le profil de pression est maximal dans le tronçon du pipeline où la perturbation est censée se produire. Dans ce cas de figure, puisque le poste en amont refoule à la pression de refoulement maximale de base et que la pression d'aspiration du poste en aval est à sa valeur maximale admissible, le débit ne peut pas être maximisé.

Deux fluides (le plus lourd et le plus visqueux, ainsi que le plus léger et le moins visqueux) sont associés aux deux états stables initiaux susmentionnés. Ainsi, un maximum de quatre états stables initiaux a été établi pour chaque tronçon du pipeline.

Un scénario transitoire a été lancé après le chargement des états stables initiaux dans le simulateur. Chaque scénario transitoire a été vérifié séparément pour chacun des états stables initiaux.

2.2 Fermeture de la VRP avec défaillance des communications du poste (COMM-OUT)

Un scénario a été créé selon lequel la vanne régulatrice de pression (« VRP ») du poste est fermée et les systèmes de communication à destination et en provenance de la station présentent une défaillance. Après 5 minutes de l'enclenchement de la perturbation, les points de contrôle du régulateur des pressions d'aspiration et de refoulement du poste à l'état COMM-OUT et du poste en amont étaient rétablis à des seuils sécuritaires configurés pour l'état COMM-OUT.

2.3 Fermeture de la VRP de refoulement avec communications actives (COMM-IN)

Un scénario a été créé dans lequel la VRP de refoulement du terminal de Montréal (« TM ») est fermée et les systèmes de communication entrant et sortant sont fonctionnels.

2.4 Fermeture de la VRP de refoulement avec défaillance des communications du poste (COMM-OUT)

Un scénario a été créé dans lequel la VRP de refoulement du terminal de North Westover est fermée et les systèmes de communication entrant et sortant présentent une défaillance. Cinq minutes après l'enclenchement initial, les points de contrôle du régulateur qui assure le maintien de la pression au site COMM-OUT et de la pression de refoulement au TS ont été réglés au seuil de sécurité défini pour l'état COMM-OUT.

3.0 Sommaire des résultats

Le Tableau 3.1 présente les résultats des pires scénarios pour chaque tronçon du pipeline. Les résultats démontrent que des scénarios pourraient entraîner une pression supérieure à 110 % de la PMS sur le réseau principal si des solutions d'atténuation ne sont pas prévues.

Tableau 3.1 : Synthèse des résultats critiques

Description du scénario	Débit	Pression supérieure à 110 % de la PMS
Fermeture de la VRP du poste de North Westover pendant l'état COMM-OUT à North Westover (profil de pression maximale à Sarnia sur le tronçon de pipeline de North Westover, le fluide le plus léger et le moins visqueux est pompé à North Westover)	2 094 m ³ /h (316 000 bpi)	OUI
Fermeture de la VRP de refoulement de North Westover pendant l'état COMM-OUT à North Westover (débit maximal, le fluide le plus léger et le moins visqueux est livré à North Westover)	2 326 m ³ /h (351 000 bpi)	OUI
Fermeture de la VRP de Hilton pendant l'état COMM-OUT à Hilton (débit maximal, le fluide le plus lourd et le plus visqueux est pompé à Hilton)	2 326 m ³ /h (351 000 bpi)	OUI
Fermeture de la VRP de Hilton pendant l'état COMM-OUT à Hilton (débit maximal, le fluide le plus lourd et le plus visqueux est pompé à Hilton)	2 326 m ³ /h (351 000 bpi)	OUI
Fermeture de la VRP de refoulement à Montréal (profil de pression maximale dans le tronçon de pipeline entre Cardinal et Montréal, le fluide le plus lourd et le plus visqueux est livré à Montréal)	2 025 m ³ /h (306 000 bpi)	OUI

4.0 Atténuation

Les mesures d'atténuation ci-dessous sont nécessaires pour éviter les incidents de surpression :

- **Poste de North Westover (« PNW »)**
 - installation d'un clapet antiretour de dérivation au poste
 - mise à niveau des systèmes de communication
- **Poste de Hilton (« PH »)**
 - installation d'un clapet antiretour de dérivation au poste
- **Poste de Cardinal (« PC »)**
 - installation d'un clapet antiretour de dérivation au poste
- **Terminal de Montréal (« TM »)**
 - installation d'un réservoir d'équilibrage de pression, avec soupapes et tuyauterie, ou d'un système de surpression équivalent

5.0 Conclusion

Les événements transitoires liés à la défaillance d'une VRP de poste et de refoulement peuvent entraîner une surpression dépassant 110 % de la PMS sur la canalisation 9 entre les terminaux

de Sarnia et de Montréal, d'où la nécessité de mesures d'atténuation. L'infrastructure existante et proposée dans la tuyauterie de la canalisation 9 depuis le terminal de Sarnia jusqu'à celui de Montréal sera en mesure de gérer les phénomènes transitoires sur la canalisation 9 grâce aux mesures d'atténuation intégrées proposées.

Addenda – Analyse de scénarios de défaillance multiples

A1.0 Analyse transitoire supplémentaire

Durant l'élaboration des normes de conception technique pour l'analyse hydraulique des transitoires aux installations d'Enbridge, une analyse complète de l'historique opérationnel et des études de conception relatives au projet a été entreprise. L'objectif était d'établir un ensemble de conditions d'exploitation anormales crédibles présentant une probabilité raisonnable de causer un épisode de surpression dans un système de tuyauterie principal ou de terminal. Des experts internes et tiers ont participé à l'analyse. Selon l'analyse en question, la fermeture des vannes de sectionnement de la canalisation principale n'a pas été incluse dans l'ensemble de scénarios standards qu'a évalués Enbridge dans ses analyses hydrauliques des transitoires. La fermeture des vannes de sectionnement de la canalisation principale n'est pas considérée par Enbridge comme une condition d'exploitation anormale posant un risque crédible de surpression dans le réseau de l'entreprise, tout particulièrement en tenant compte des aspects suivants :

- i) le fait que la logique de commande du système fermerait automatiquement le pipeline si une vanne de sectionnement de canalisation principale commençait à varier de son état d'ouverture complète;
- ii) chaque vanne de sectionnement et dispositif de commande de la canalisation principale est conçue pour s'assurer que la vanne se referme lentement (habituellement pendant trois minutes), minimisant ainsi la possibilité qu'une hausse de la pression survienne;
- iii) Enbridge n'a aucune expérience d'exploitation qui indique que la fermeture des vannes de sectionnement de la canalisation principale constitue une source de préoccupation quant à la surpression du pipeline.

Pour toutes ces raisons, le rapport sommaire original portant sur l'analyse des transitoires sur la canalisation 9 qui a été présenté à l'ONÉ ne comportait aucun scénario dans lequel une fermeture des vannes de sectionnement de la canalisation principale est effectuée.

La DR 4.7 de l'ONÉ demandait qu'Enbridge mette à l'essai des scénarios de transitoires hydrauliques supplémentaires comprenant de multiples types d'anomalies d'une VRP de poste avec une défaillance de communication sortante (COMM-OUT) et la fermeture d'une vanne de canalisation principale en aval. Cette analyse supplémentaire a été effectuée et est résumée ci-dessous.

A2.0 Scénarios supplémentaires

Le scénario à défaillances multiples supplémentaire décrit ci-dessous a été modélisé. Le logiciel de simulation GL Noble Denton (Stoner) SPS 9.7 a été utilisé pour l'analyse des

transitoires.

La totalité de la canalisation principale a été modélisée entre les terminaux de Sarnia et de Montréal.

A2.1 Fermeture de la VRP de poste avec défaillance des communications sortantes (COMM-OUT) ET fermeture de la vanne de sectionnement de canalisation principale la plus près en aval

Un scénario a été créé dans lequel la VRP du poste a été fermée pendant que les systèmes de communications entrants et sortants étaient défaillants, conjointement avec la fermeture simultanée de la vanne de sectionnement de canalisation principale la plus près en aval du côté refoulement du poste de pompage. Cinq minutes après l'enclenchement de la perturbation, les points de contrôle du régulateur des pressions d'aspiration et de refoulement du poste à l'état COMM-OUT et du poste en amont étaient rétablis à des seuils sécuritaires configurés pour l'état COMM-OUT.

A3.0 Sommaire des résultats de l'analyse supplémentaire

Le tableau A3.1 résume les résultats du scénario de transitoires hydrauliques supplémentaire pour chaque tronçon de canalisation. Les résultats démontrent que des scénarios pourraient entraîner une pression supérieure à 110 % de la PMS sur le réseau principal si des solutions d'atténuation ne sont pas prévues. Cependant, les résultats de l'analyse de ce scénario supplémentaire à défaillances multiples non atténuées ont été inférieurs à ceux des scénarios exécutés précédemment par Enbridge dans le rapport sommaire de l'analyse des transitoires sur la canalisation 9.

Tableau A3.1 : Sommaires des résultats critiques pour le scénario supplémentaire

Description du scénario	Débit	Pression supérieure à 110 % de la PMS
Fermeture de la VRP du poste de Sarnia durant un état COMM-OUT à Sarnia, avec fermeture simultanée de la vanne de sectionnement la plus près en aval (profil de pression maximal dans la tuyauterie du terminal à Sarnia, le fluide le plus lourd et le plus visqueux est pompé à Sarnia)	913 m ³ /h (138 000 bpi)	OUI
Fermeture de la VRP du poste de North Westover pendant l'état COMM-OUT à North Westover avec fermeture simultanée de la vanne de sectionnement la plus près en aval (profil de pression maximale dans le tronçon de canalisation de Sarnia à North Westover, le fluide le plus léger et le moins visqueux est pompé à North Westover)	2 085 m ³ /h (315 000 bpi)	NON

Description du scénario	Débit	Pression supérieure à 110 % de la PMS
Fermeture de la VRP de Hilton pendant l'état COMM-OUT à Hilton avec fermeture simultanée de la vanne de sectionnement la plus près en aval (profil de pression maximale dans le tronçon de canalisation de North Westover à Hilton, le fluide le plus léger et le moins visqueux est pompé à Hilton)	1 651 m ³ /h (249 000 bpi)	OUI
Fermeture de la VRP du poste de Cardinal pendant l'état COMM-OUT à Cardinal avec fermeture simultanée de la vanne de sectionnement la plus près en aval (profil de pression maximale dans le tronçon de canalisation de Hilton à Cardinal, le fluide le plus léger et le moins visqueux est pompé à Cardinal)	1 869 m ³ /h (282 000 bpi)	OUI

A4.0 Atténuation

Les scénarios exécutés confirment que les mesures d'atténuation établies précédemment, qui sont décrites à la section 4.0 ci-dessus, sont suffisantes pour apporter une protection contre les épisodes de surpression découlant des scénarios supplémentaires de défaillances multiples qui ont été analysés. Donc, aucune mesure d'atténuation supplémentaire n'est nécessaire.

A5.0 Conclusion

Les phénomènes transitoires, engendrés par la fermeture de la VRP de refoulement au poste de pompage en aval pendant que ce poste connaît une défaillance de communication (COMM-OUT), en conjonction avec la fermeture simultanée de la vanne de sectionnement de canalisation principale la plus près en aval du côté refoulement du poste de pompage, peuvent causer des surpressions au-delà de 110 % de la PMS dans la canalisation 9 entre les terminaux de Sarnia et de Montréal. Cependant, ces scénarios de défaillances multiples n'entraînent pas de surpression supérieure à celle des scénarios analysés précédemment dans l'ensemble standard de conditions d'exploitations anormales d'Enbridge. Par conséquent, l'infrastructure existante et proposée dans la tuyauterie de la canalisation 9 entre les terminaux de Sarnia et Montréal prendra en charge adéquatement les événements transitoires de cette canalisation à l'aide des mesures d'atténuation intégrées proposées précédemment.

De plus, avant la mise en service de la canalisation 9B en sens inverse, 17 vannes de sectionnement commandées à distance seront installées le long de la canalisation 9. Ces vannes seront installées séparément du projet d'inversion de la canalisation 9B et de l'accroissement de capacité de la canalisation 9, soit dans le cadre du programme de placement intelligent des vannes, qui constitue un processus en continu faisant partie des activités d'exploitation et d'entretien, en conformité avec les *Activités d'exploitation et d'entretien exécutées sur les pipelines réglementés en vertu de la Loi sur l'Office national de l'énergie : Exigences et notes d'orientation* de l'ONÉ. Les emplacements des vannes ont été choisis soigneusement selon le potentiel de réduction de volume et d'autres facteurs, notamment la proximité aux zones sensibles comme les franchissements de cours d'eau, les sources d'eau potable, les secteurs habités, les zones écosensibles et d'autres types de zones sensibles.

Les coordonnées suivantes constituent les emplacements approximatifs des 17 vannes qui seront installées le long de la canalisation 9. Les emplacements définitifs des vannes peuvent varier légèrement en fonction de facteurs comme les préoccupations relatives aux propriétaires fonciers et à l'environnement, l'accès et la disponibilité de l'alimentation en énergie :

- PK 2816,37 (PM 1750,01)
- PK 2878,09 (PM 1788,36)
- PK 2929,94 (PM 1820,58)
- PK 2946,37 (PM 1830,79)
- PK 2979,68 (PM 1851,49)
- PK 3080,61 (PM 1914,2)
- PK 3083,50 (PM 1916)
- PK 3122,85 (PM 1940,45)
- PK 3150,60 (PM 1957,69)
- PK 3174,37 (PM 1972,46)
- PK 3185,04 (PM 1979,09)
- PK 3198,75 (PM 1987,61)
- PK 3251,41 (PM 2020,33)

- PK 3272,31 (PM 2033,32)
- PK 3274,36 (PM 2034,59)
- PK 3375,84 (PM 2097,65)
- PK 3389,86 (PM 2106,36)

Ces vannes commandées à distance seront conçues de telle sorte que leur fermeture ne provoque aucune surpression dépassant 110 % de la PMS dans la canalisation.