



Régie de l'énergie
du Canada

Canada Energy
Regulator

Bureau du président-
directeur général

Office of the Chief
Executive Officer

517, Dixième Avenue S.-O.
bureau 210
Calgary (Alberta)
T2R 0A8

Suite 210
517 Tenth Avenue SW
Calgary, Alberta
T2R 0A8

Dossier OF-Surv-Gen 11

Le 12 février 2020

**Destinataires : Toutes les sociétés relevant de la compétence de la
Régie de l'énergie du Canada**

Avis de sécurité SA 2020-01

**Défaillances des joints circulaires à la suite de déformations :
Considérations liées à la conception, à la construction et à
l'exploitation du pipeline**

Vous trouverez ci-joint l'avis de sécurité SA 2020-01.

La Régie de l'énergie du Canada attend des sociétés réglementées qu'elles fassent preuve de toute la diligence voulue pour assurer la sécurité des personnes, la sûreté et la sécurité des installations réglementées et des installations abandonnées et la protection des biens et de l'environnement.

Des avis de sécurité sont publiés périodiquement pour informer le secteur pétrolier et gazier de préoccupations connues en matière de sécurité ou d'environnement, et prévenir les incidents s'y rapportant. Les avis de sécurité servent également à mettre en évidence les exigences de la Régie et à communiquer ses attentes à l'égard des mesures que doivent prendre les sociétés réglementées pour atténuer tout effet potentiel sur les personnes ou l'environnement.

La présente lettre vise à vous aviser que la Régie a été informée de plusieurs incidents liés à des défaillances dans la zone de joints circulaires de tuyaux à haute résistance. Bien qu'aucun incident lié à ce type de défaillance n'ait été signalé au Canada, la Régie estime que des incidents semblables pourraient survenir dans des conditions comparables.

La Régie attire votre attention sur l'avis de sécurité ci-joint et s'attend à ce vous le transmettiez aux employés de la société et aux entrepreneurs participant aux activités liées à la construction, à l'intégrité, à l'entretien et à l'exploitation de votre pipeline.

Si vous avez des questions concernant cet avis de sécurité, veuillez consulter la foire aux questions à l'adresse <https://www.cer-rec.gc.ca/sftnvrnmnt/sft/dvsr/sftdvsr/index-fra.html> ou communiquer avec le directeur responsable de la recherche et de l'innovation au numéro sans frais 1-800-899-1265.

Veuillez agréer mes sincères salutations.

Le président-directeur général,

Original signé par Peter Watson

C. Peter Watson, P.Eng., FACG

Pièce jointe



Avis de sécurité
SA 2020-01
Le 12 février 2020

**Défaillances des joints circulaires à la suite de déformations :
Considérations liées à la conception, à la construction et à l'exploitation du pipeline**

Raison d'être de l'avis de sécurité

La Régie de l'énergie du Canada a été informée que plusieurs incidents liés à des défaillances dans la zone de joints circulaires (zone de métal déposé et zone thermiquement affectée¹) de tuyaux à haute résistance sont survenus à l'extérieur du Canada. Bien qu'aucun incident lié à ce type de défaillance n'ait été signalé au Canada, la Régie estime que des incidents semblables pourraient survenir dans des conditions comparables.

La Régie comprend que, dans le cadre de ces incidents, le mécanisme de défaillance était une fracture ductile de la zone de joints circulaires causée par une accumulation de déformations découlant de l'application de charges qui a provoqué des déformations longitudinales excédant la capacité de déformation de la zone de joints circulaires, même si les déformations globales appliquées à la tuyauterie étaient de l'ordre de 0,4 à 0,6 %². Les défaillances sont survenues lorsqu'une déformation longitudinale attribuable à un problème comme le tassement ou le mouvement des pentes s'est accumulée dans une zone de joints à faible résistance³ de pipelines dotés de tuyaux à haute résistance. Rien n'indique que les défaillances sont survenues en raison de la présence de défauts.

La Régie publie le présent avis de sécurité afin de fournir de l'information sur ces types d'incidents de manière à éviter qu'ils ne se produisent sur des pipelines qu'elle réglemente. La Régie attend des sociétés pipelinières réglementées qu'elles conçoivent des pipelines soudés pouvant résister aux charges qui entraînent des déformations longitudinales, conformément aux exigences de l'article 4.2.4 de la norme CSA Z662-19, et qu'elles puissent démontrer leur conformité à ces exigences.

Contexte

La Régie a examiné les rapports d'enquête disponibles, les résumés et les présentations de l'industrie portant sur les défaillances dans les joints circulaires survenues à l'échelle internationale et pouvant être attribuées à une accumulation de déformations dans la zone de joints circulaires. Les exemples qui suivent étaient attribuables au mécanisme de défaillance mentionné et sont présentés en guise d'information générale.

¹ La zone thermiquement affectée est la zone n'ayant pas fondu adjacente à la zone de métal déposé dont la microstructure et les propriétés mécaniques ont été modifiées au cours du soudage.

² En général, les tuyaux modernes peuvent résister davantage aux déformations.

³ La « résistance » dont il est question dans la discussion sur l'accumulation de déformations dans les zones de joints circulaires fait référence à la limite d'élasticité.

En 2015, un tuyau soudé par résistance électrique d'un diamètre extérieur de 508 mm (NPS 20) X70 en service s'est brisé dans la zone de joint circulaire moins de deux ans après la mise en service du pipeline (références [1] et [2]). Le joint circulaire a été soudé avec des électrodes E6010 pour les passes de fond et des électrodes E8010 pour les passes restantes au moyen d'un procédé de soudage à l'arc avec électrode enrobée (« SMAW »). Une analyse des éléments de preuve recueillis sur le terrain et de la capacité de déformation suivant la défaillance a indiqué que la zone de joints a subi une défaillance à un taux de déformation globale de 0,4 à 0,5 %. La limite d'élasticité du métal de base du tuyau et la résistance à la traction étaient supérieures aux valeurs maximales établies et aucun défaut n'a été observé dans la zone de joints où une défaillance est survenue.

D'autres exemples ont été observés en 2014, puis en 2018, sur un gazoduc terrestre de 914,4 mm (NPS 36) X70 construit en 2013 (référence [3]), ainsi que sur un gazoduc de 812,8 mm (NPS 32) X80 (référence [4]).

Selon les résumés de l'incident, les méthodes de soudage des joints défaillants étaient conformes aux exigences de la norme API 1104, ce qui indique qu'une méthode de soudage qualifiée peut réussir les essais, mais tout de même causer une défaillance dans la zone de joints. Comme pour la norme API 1104, l'article 7 de la norme CSA Z662-19 ne comporte pas de disposition exigeant explicitement la conception de soudures pouvant résister à toutes les charges appliquées.

Ces défaillances ont été attribuées à une combinaison des facteurs contributifs suivants :

1. Tuyau à haute résistance dont la résistance à la traction réelle excède la résistance à la traction minimale établie (p. ex., dans un rapport sur les essais des matériaux).
2. Zone thermiquement affectée des soudures ramollie en raison de la méthode de soudage utilisée.
3. Charges appliquées au pipeline entraînant une déformation longitudinale, notamment dans les zones où l'on observe un mouvement des pentes ou un affaissement.
4. Tuyaux soudés avec un chanfrein standard (p. ex., au moyen de la méthode SMAW ou de soudage avec fil fourré) et alignement approximatif de la zone thermiquement affectée de la zone de joints avec le cordon de soudure dans un plan de cisaillement de 45 degrés (référence [1]).
5. Parties de la soudure où la résistance du produit consommable déposé pour le soudage était inférieure à la limite d'élasticité et à la résistance à la traction réelles du métal de base du tuyau (p. ex., soudure aux propriétés inférieures).

Le ramollissement de la zone thermiquement affectée constitue un problème lorsqu'un tuyau à haute résistance est utilisé (référence [5]), car il peut être influencé par l'utilisation d'un tuyau dont le matériau contient un équivalent en carbone faible et qui a été fabriqué au moyen d'un processus de contrôle thermomécanique afin d'accroître la résistance de l'acier (référence [5]).

Mesures préventives

La Régie s'attend à ce que les sociétés réglementées puissent démontrer que les déformations longitudinales résultant de l'application de charges comme celles décrites à l'article 4.2.4 de la norme CSA Z662-19 ont été prises en compte lors de la conception, de la construction et de l'exploitation de pipelines où une accumulation de déformations pourrait être observée dans les zones de joints circulaires aux propriétés inférieures.

La Régie fait remarquer que les exigences pour la qualification de la méthode de soudage figurent à l'article 7 de la norme CSA Z662-19. La Régie aimerait toutefois préciser qu'il y a un risque que, malgré l'utilisation de méthodes de soudage des joints approuvées à l'article 7, une fracture ductile de la zone de joints se produise en raison des mécanismes décrits ci-dessus, étant donné que l'article n'exige pas la réalisation d'essais de résistance du métal de soudure aux propriétés inférieures ni la qualification des méthodes de soudage des tuyaux correspondant aux tuyaux les plus résistants qui seront utilisés dans le cadre du projet.

Les sociétés peuvent consulter les documents de référence, les articles et le résumé des facteurs contributifs pour déterminer les risques de défaillances dans les zones de joints circulaires et les mesures d'atténuation possible. Cela peut comprendre un examen de la description des méthodes de soudage et des dossiers de qualifications en soudage à l'appui ainsi que des propriétés mécaniques du matériau du tube pour déterminer les risques liés à l'utilisation de métal de soudure aux propriétés inférieures et au ramollissement de la zone thermiquement affectée.

Complément d'information

Si vous avez des questions sur l'avis de sécurité, veuillez communiquer avec le directeur responsable de la recherche et de l'innovation au numéro sans frais 1-800-899-1265.

Références

- [1] Y.-Y. Wang, S. Rapp, D. Horsley, D. Warman and J. Gianetto, "Attributes of modern linepipes and their implications on girth weld strain capacity," IPC2018-78809, Calgary, Alberta, Canada, 2018.
- [2] PHMSA DOT, "Failure Investigation Report - Enterprise Products Operating, LLC: ATEX Ethane Pipeline Failure, Follansbee, West Virginia," 2016.
- [3] W. A. Wan Hamat, W. M. M. Wan Ismail, K. A. Ibrahim, G. M Zin and N. S. Md Aris, "High Strain Weld Solutions for Geohazard Active Environment," AIM-PIMG2019 1068, Houston, TX, USA, 2019.
- [4] C. Hongyuan, F. Hui, C. Qiang and H. Chunyong, "Failure Analysis Of A Stress-based Pipeline Under Plastic Strain," AIM-PIMG2019-1028, Houston, TX, USA, 2019.
- [5] W. A. Bruce, "Pipeline Girth Weld Strength Matching Requirements," *Welding Journal*, no. October, pp. 56-60, 2019.

Autres articles

Les ressources suivantes renferment des renseignements utiles sur les mécanismes de défaillance et présentent l'historique des problèmes :

DET NORSKE VERITAS AS. *OS-F101: Offshore Standard: Submarine Pipeline Systems*, 2013, annexe C, article F 304.

EUROPEAN PIPELINE RESEARCH GROUP (EPRG). *EPRG Guidelines on the Assessment of Defects in Transmission Pipeline Girth Welds – Revision 2014*.

FAIRCHILD D., J. CRAPPS, M. PANICO, W. CHENG, M. COOK et M. MACIA. *Tensile Strain Capacity Model, Full-scale Testing, Safety Factor Derivation, And Benchmark Example Calculations*, AIM-PIMG2019-1039, Houston (Texas), États-Unis, 2019.

PHMSA DOT. *Pipeline Safety: Girth Weld Quality Issues Due to Improper Transitioning, Misalignment, and Welding Practices of Large Diameter Line Pipe, Federal Register*, vol. 75, n° 56, PHMSA-2010-0078, 24 mars 2010.

PHMSA DOT. *Pipeline Safety: Potential Low and Variable Yield and Tensile Strength and Chemical Composition Properties in High Strength Line Pipe, Federal Register*, vol. 74, n° 97, PHMSA-2009-0148, 21 mai 2009.

PHMSA DOT. *Pipeline Safety: Potential for Damage to Pipeline Facilities Caused by Earth Movement and Other Geological Hazards, Federal Register*, vol. 84, n° 85, PHMSA-2019-0087, 2 mai 2019.

SHIMAMURA J., K. YASUDA, S. IGI, R. MURAOKA et J. KONDO. *Development Of High Strength High Strain Linepipe Steels*, AIMPIMG2019-1020, Houston (Texas), États-Unis, 2019.

WANG Y.-Y. *Strain-based Design And Assessment – Concepts And Gaps*, AIMPIMG-1067, Houston (Texas), États-Unis, 2019.

WANG Y.-Y., D. HORSLEY et S. RAPP. *Evolution Of Linepipe Manufacturing And Its Implications On Weld Properties And Pipeline Service*, IPC2016-64632, Calgary (Alberta), Canada, 2019.

WANG Y.-Y., D. JIA, S. RAPP et D. JOHNSON. *Low Strain Capacity Girth Welds Of Newly Constructed Pipelines And Mitigative Approaches*, AIMPIMG-1064, Houston (Texas), États-Unis, 2019.

WANG Y.-Y., B. LIU et B. WANG. *Tensile Strain Models And Their Applications*, AIMPIMG-1066, Houston (Texas), États-Unis, 2019.

WANG Y.-Y. et S. RAPP. *Low Strain Tolerance in Some Newly Constructed Pipelines*, Center for Reliable Energy Systems, San Antonio, 2018.

WU G., L. WANG, T. LONDON et H. PISARSKI. *Pipe Girth Welds Under Plastic Straining: Full-scale Testing And Strain-based Approaches*, AIM-PIMG2019-1013, Houston (Texas), États-Unis, 2019.