

# Document technique sur l'assurance de la qualité des raccords de pipelines

Office national de l'énergie du Canada

**N° de projet :** PP179886

**Date :** 31 mai 2017



---

---

---

Titre du rapport : Document technique sur l'assurance de la qualité des matériaux utilisés pour la fabrication des pipelines  
Client : Office national de l'énergie du Canada  
517, 10e Avenue SO Calgary (Alberta) T2R 0A8  
Date d'émission : 31 mai 2017  
N° du projet : PP179886  
Unité organisationnelle : OAPCA851

Det Norske Veritas (Canada) Ltd. DNV GL Oil & Gas  
Compliance Solutions  
2618, Hopewell Place NE, bureau 150  
Calgary (Alberta)  
T1Y 7J7  
Canada  
Tél. : 403-250-9041

---

Objectif : Le présent document traite des exigences, des marches à suivre et des processus d'assurance de la qualité actuels qui servent à homologuer tant les conduites que les autres éléments des réseaux pipeliniers afin de cerner toute lacune ou faiblesse, au niveau des exigences d'assurance de la qualité, permettant que des conduites ou des raccords soient fabriqués sans qu'ils répondent à de telles exigences.

---

Préparé par :

Approuvé par :



---

John Godfrey  
Conseiller principal



---

Arti Bhatia, ingénieure  
Chef de Compliance Solutions

**Permis d'exercice de l'APEGA : P10603**

---

© DNV GL 2014. Tous droits réservés. Cette publication ne peut être copiée, reproduite ou transmise en tout ou en partie, quel que soit le format ou le moyen, numérique ou autre, sans l'approbation écrite préalable de DNV GL. DNV GL et Horizon Graphic sont des marques déposées de DNV GL AS. Le client doit assurer la confidentialité de la présente publication, à moins d'avis contraire par écrit. Il est interdit de faire référence à une partie de cette publication d'une façon qui pourrait donner lieu à une mauvaise interprétation de son contenu.

---

Diffusion de DNV GL :

Mots-clés : assurance de la qualité, conduite, éléments, raccords, matériaux, fabrication

- Diffusion libre (interne et externe)  
 Diffusion libre au sein de DNV GL  
 Diffusion limitée au sein de DNV GL après 3 années  
 Aucune diffusion (confidentiel)  
 Secret

---

N° de rév.	Date	Raison d'être de la version	Préparé par	Vérfié par	Approuvé par
------------	------	-----------------------------	-------------	------------	--------------

## Résumé

Les mesures d'assurance de la qualité des sociétés pipelinères ont récemment permis de constater la présence de raccords qui ne présentaient pas les caractéristiques techniques voulues. C'est ainsi que, le 5 février 2016, l'Office national de l'énergie (l'Office) a produit un avis de sécurité ainsi qu'une ordonnance (MO-001-2016) concernant des matériaux de qualité inférieure. Le 12 avril 2017, l'Office a produit un avis d'intention d'ordonner, suivi d'un avis de sécurité modifié SA-2016-01A2 le 12 mai 2017. L'avis de sécurité modifié renferme des cas supplémentaires dans lesquels les propriétés des matériaux ne respectaient pas les normes applicables de la société. L'ordonnance quant à elle permettra à l'Office et aux sociétés de repérer les raccords non conformes actuellement installés dans les pipelines existants, afin que leur aptitude fonctionnelle puisse être évaluée et que des mesures d'atténuation appropriées soient mises en œuvre au besoin. Le présent document traite des exigences, des marches à suivre et des processus d'assurance de la qualité actuels qui servent à homologuer tant les conduites que les autres éléments des réseaux pipeliniers afin de cerner toute lacune ou faiblesse, au niveau des exigences de qualité, permettant que des conduites ou des raccords soient fabriqués sans qu'ils répondent à de telles exigences.


Les aciers à micro-alliage à forte résistance sont très sensibles aux changements apportés aux procédés de fabrication, notamment le laminage thermomécanique et le traitement thermique. Cette sensibilité aggrave les petites déviations lors des procédés de fabrication comme la température de trempe ou de revenu. En vue de minimiser le risque de matériaux non conformes, le procédé de qualification initiale, souvent appelé contrôle de première production<sup>1</sup>, sert de fondement pour tout procédé de fabrication subséquent et tout mode opératoire de fabrication, s'il y a lieu.

Les variables comme le traitement thermique et les températures de trempe, les temps d'entreposage, les configurations de la charge du four, etc. doivent être suffisamment détaillés afin de permettre un contrôle de la qualité. Les essais de qualification initiaux doivent être rigoureux et doivent définir clairement les propriétés relevées par rapport aux caractéristiques du produit. Enfin, le mode opératoire de fabrication et le plan d'inspection et d'essai doivent suffisamment bien décrire le procédé de sorte qu'une inspection efficace et approfondie puisse être réalisée. Les déviations au procédé doivent être cernées rapidement, et des essais supplémentaires doivent être réalisés afin d'en définir l'incidence. Un système robuste de traçabilité doit permettre à tous les matériaux touchés par une perturbation du procédé d'être cernés et isolés afin d'empêcher qu'ils entrent dans la chaîne d'approvisionnement.

En règle générale, les normes visant les raccords ne sont pas aussi détaillées ou rigoureuses que celles qui régissent les tubes de canalisation. Des améliorations aux normes actuelles de l'industrie sont

---

<sup>1</sup> Le fournisseur et l'acheteur réalisent tous les deux le contrôle de première production sur le produit commandé. La méthode d'évaluation consiste à comparer les résultats du fournisseur et de l'acheteur de la mesure des propriétés et de la géométrie d'un échantillon avec les caractéristiques données.



recommandées afin de combler les lacunes cernées entre les normes, les procédés de fabrication et le rendement escompté des raccords.

Le défaut des éléments de se conformer aux normes et aux spécifications existantes, faisant l'objet du présent rapport, découle directement de lacunes relatives au contrôle des procédés de fabrication. Ces non-conformités n'ont pas été cernées au moyen des protocoles établis du plan d'inspection et d'essai, soit pendant le contrôle de la production ou lors des essais d'acceptation du matériel. Le contrôle de première production et le contrôle de la production sont généralement réalisés pour les cycles d'aciéries plus importants, comme les grands projets de construction. Les projets de plus petite envergure dépendent de raccords fournis par le fabricant et les distributeurs qui respectent les normes de l'industrie et qui nécessitent peu de surveillance additionnelle, ou aucune.

## Table des matières

1.0	PORTÉE DES TRAVAUX.....	6
2.0	APERÇU DE LA PRODUCTION ET DE L'ASSURANCE DE LA QUALITÉ DES ÉLÉMENTS DES PIPELINES.....	7
2.1	Renseignements généraux sur les méthodes de production .....	7
2.2	Aperçu de l'assurance de la qualité/du contrôle de la qualité (AQ/CQ) .....	8
2.3	Normes et règlements pertinents.....	8
3.0	PROBLÈMES LIÉS AUX ÉLÉMENTS DES PIPELINES.....	9
3.1	Description des incidents (études de cas).....	9
3.1.1	Événements publiés .....	9
3.1.2	Entrevues avec des sociétés pipelinières.....	11
4.0	ANALYSE DES LACUNES EN MATIÈRE DE NORMES ET DE RÈGLEMENTS .....	12
5.0	STRATÉGIES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ.....	14
5.1	Systèmes de gestion de la qualité (SGQ) .....	15
5.2	Élaboration des modes opératoires de fabrication.....	15
5.3	Élaboration des plans d'inspection et d'essai.....	17
5.4	Traçabilité de fabrication .....	18
5.5	Inspection des matériaux.....	19
5.6	Vérification des matières premières.....	20
5.7	Qualification du procédé de fabrication.....	21
5.8	Améliorations à l'inspection et aux essais.....	21
5.9	Approvisionnement .....	22
5.10	Acceptation et essai .....	23
6.0	CONCLUSION .....	23

## Annexes

Annexe A – Analyse des lacunes



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1. Résumé de l'analyse des lacunes en matière de normes et de règlements.....</b>	<b>13</b>
<b>Tableau 2. Stratégies d'assurance de la qualité des normes et règlements.....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau 3. Acronymes.....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau 4. Définitions .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 5. Références.....</b>	<b>29</b>

## 1.0 PORTÉE DES TRAVAUX

Le 20 janvier 2017, l'Office national de l'énergie a publié une demande de proposition pour la production d'un document technique sur l'assurance de la qualité des matériaux utilisés pour la fabrication des pipelines (le « document »). La demande visait la production d'un document technique sur les exigences, les marches à suivre et les processus d'assurance de la qualité actuels qui servent à homologuer tant les conduites que les autres éléments des réseaux pipeliniers afin de cerner toute lacune ou faiblesse, au niveau des exigences de qualité, permettant que des conduites ou des matériaux soient fabriqués sans qu'ils répondent à de telles exigences.

Les mesures d'assurance de la qualité des sociétés pipelinères ont récemment permis de constater la présence de raccords qui ne présentaient pas les caractéristiques techniques voulues. C'est ainsi que, le 5 février 2016, l'Office a produit un avis de sécurité ainsi qu'une ordonnance (MO-001-2016) concernant des matériaux de qualité inférieure. L'ordonnance exigeait des sociétés qu'elles déposent devant l'Office un rapport sur les raccords de ce genre utilisés dans les réseaux de la société pipelinère, qu'elles indiquent si ceux-ci renfermaient des matériaux de qualité inférieure, et qu'elles fournissent des plans d'atténuation dans l'éventualité que des matériaux non conformes ont été décelés. Quand une société n'était pas en mesure d'établir si les raccords en question avaient été ou non achetés et installés, elle devait alors présenter un plan de mesures correctives.

Comme il est décrit dans la demande de proposition, l'Office ne considère pas que la question de certains raccords qui ne présentent pas les caractéristiques techniques requises quant aux matériaux utilisés constitue un risque, ni important ni immédiat, pour la sécurité du public ou l'environnement, puisque tous ceux déjà en place ont dû passer avec succès des essais hydrostatiques avant la mise en service. De plus, l'Office n'a été informé d'aucun rejet de gaz ni déversement de liquides en raison de raccords ne répondant pas aux exigences techniques.

La portée des travaux consiste à produire un document technique comportant les éléments livrables suivants :

**Section 2 – Aperçu de la production et de l'assurance de la qualité des éléments des pipelines :** Un aperçu de la façon dont les éléments des pipelines sont produits ainsi que des procédés d'assurance de la qualité en rapport avec le respect des normes et des règlements.

**Section 3 – Problèmes liés aux éléments des pipelines :** Une description succincte des conduites et éléments des réseaux pipeliniers qui, soit ne présentaient pas les caractéristiques techniques voulues, soit ont failli pendant les essais, au moment de la mise en service ou alors qu'ils étaient en service, ce qui doit comprendre un examen de la documentation alors produite et une analyse des cas précis de défaillance (p. ex. avis de sécurité de l'Office 2016-01 <https://www.neb-one.gc.ca/sftnvrnmnt/sft/dvsr/sftdvsr/2016/2016-01nb-fra.html>);

**Section 4 – Analyse des lacunes en matière de normes et de règlements :** Détermination des lacunes dans les normes qui auraient permis à des raccords ayant failli ou n'ayant pas répondu aux exigences techniques ou des normes qui seront adoptées dans la chaîne d'approvisionnement.



**Section 5 – Stratégies d’assurance de la qualité :** Les stratégies possibles qui permettraient une plus grande assurance de la qualité quant aux propriétés des matériaux requises à l’égard des éléments des pipelines devant être produits et installés.

## 2.0 APERÇU DE LA PRODUCTION ET DE L’ASSURANCE DE LA QUALITÉ DES ÉLÉMENTS DES PIPELINES

### 2.1 Renseignements généraux sur les méthodes de production

Aux fins du présent document, on entend par éléments des pipelines les raccords fabriqués comme les coudes, les raccords en T, les collecteurs extrudés, les réducteurs, et les bouchons conçus pour le service pétrolier et gazier. Les assemblages fabriqués qui peuvent comporter plusieurs éléments sont exclus. Les éléments sont forgés à partir de matières premières (conduites, tôles ou billettes). Les éléments sont soumis à un procédé de mise en forme ou de façonnage au cours duquel ils sont sujets au martèlement, au pressage, au perçage, à l’extrusion, au roulement, au cintrage, au soudage, à l’usinage, ou à une combinaison de deux de ces opérations ou plus. À la suite de la mise en forme, les éléments sont traités thermiquement afin d’obtenir la résistance et la ténacité de conception finales. Le traitement thermique peut inclure l’une ou plusieurs des méthodes suivantes :

- *Traitement de relaxation :* L’élément est chauffé à une température inférieure à la plage de température de transformation pour une période de temps donnée et refroidie dans le four ou à l’air.
- *Normalisation :* L’élément est chauffé de façon uniforme à une température au-delà de la plage de température de transformation austénitique, maintenue à cette température afin d’obtenir une température uniforme dans toute la masse de l’élément, puis refroidie à l’air.
- *Normalisation et revenu :* L’élément est chauffé de nouveau à la suite de la normalisation jusqu’à une température inférieure à la plage de température de transformation, maintenue à cette température pour une période donnée, puis refroidie dans le four ou à l’air.

Pour les éléments des pipelines d’une qualité supérieure à la nuance 359 de l’Association canadienne de normalisation (CSA) (WPHY<sup>2</sup> 52), la trempe et le revenu sont nécessaires afin d’obtenir les propriétés finales souhaitées. La trempe et le revenu sont un procédé dans le cadre duquel l’acier est chauffé jusqu’à une température entièrement austénitique (normalisation), puis rapidement trempé afin d’obtenir une microstructure à haute dureté et résistance. La ténacité des matériaux est réduite pendant ce procédé, mais est rehaussée lors du revenu. Ce procédé augmente la ténacité sans avoir d’importantes répercussions sur la résistance. Le résultat final est un acier qui offre un bon équilibre entre la résistance et la ténacité.

---

<sup>2</sup> conduite forgée à haute limite d’élasticité

## 2.2 Aperçu de l'assurance de la qualité/du contrôle de la qualité (AQ/CQ)

Les fabricants des éléments sont tenus de se conformer aux exigences d'un système de gestion de la qualité comme la norme ISO 9001<sup>3</sup>. De plus, des essais probants pourraient être nécessaires afin de confirmer que la conception du fabricant est adéquate. Compte tenu des normes et des exigences de l'acheteur précisées, des essais obligatoires additionnels ont lieu afin d'assurer que les matériaux de production ou les éléments sont conformes aux exigences.

Les mesures de gestion de l'intégrité et d'assurance de la qualité de sociétés pipelières visant à assurer que les raccords sont conformes à la conception prévue comprennent une combinaison des exigences techniques de la société, d'exigences en matière d'essais de production supplémentaires, de contrôle des stocks et d'essais d'acceptation. La mesure principale est toujours l'essai de pression hydrostatique avant la mise en service (après la construction). Selon le service prévu, les éléments des pipelines sont sujets à des épreuves sous pression par incréments jusqu'à la pression d'exploitation nominale. Les essais des matériaux et des dimensions au moment de la réception de l'élément visant à cerner les matériaux de qualité inférieure sont moins communs. Des facteurs de risque et des étapes d'inspection de l'intégrité additionnels sont abordés ci-dessous.

## 2.3 Normes et règlements pertinents

Parmi les références examinées dans le cadre de l'élaboration du présent rapport et qui s'appliquent à l'approvisionnement et à l'inspection de tubes de canalisation et d'éléments, on compte, sans toutefois s'y limiter :

- la norme API Specification 5L, Specification for Line Pipe;
- la norme ASME/ANSI B16.9, Factory-Made Wrought Butt welding Fittings;
- la norme ASME BPVC-2013, Boiler and Pressure Vessel Code (édition de 2015)
  - Section V-2013, Nondestructive Examination
  - Section VIII, Div. 1-2013, Rules for Construction of Pressure Vessels
  - Section IX-2013, Welding, Brazing, and Fusing Qualifications: Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators
- la norme ASTM A370-13, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products;
- la norme A694, Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Pipe Flanges, Fittings, Valves and Parts for High-Pressure Transmission Service;

---

<sup>3</sup> La norme ISO 9001 est la norme internationale qui définit les exigences relatives aux systèmes de gestion de la qualité (SGQ). Les organisations font appel à la norme pour démontrer leur capacité de fournir de façon constante des produits et des services qui répondent aux exigences réglementaires et à celles du client.

- la norme ASTM A991/A991M-10, Standard Test Method for Conducting Temperature Uniformity Surveys of Furnaces Used to Heat Treat Steel Products;
- la norme MSS SP-75 (2014), Specification for High-Test, Wrought Butt-Welding Fittings;
- la norme CSA Z662 Réseaux de canalisations de pétrole et de gaz;
- la norme CSA Z245.1-14, Tubes en acier pour canalisation;
- la norme CSA Z245.11-13, Raccords en acier.

## 3.0 PROBLÈMES LIÉS AUX ÉLÉMENTS DES PIPELINES

### 3.1 Description des incidents (études de cas)

#### 3.1.1 Événements publiés

L'Office est conscient que des conduites et des éléments qui ne satisfont pas aux exigences techniques relatives aux matériaux sont installés sur des pipelines assujettis à sa réglementation ou à celle d'autres autorités réglementaires<sup>4</sup>. Dans les cas examinés, les documents émanant des fabricants indiquaient que les matériaux étaient conformes aux exigences quand les sociétés en ont pris possession. Des essais ultérieurs ont démontré que certaines conduites et certains raccords ne satisfaisaient pas à toutes les exigences techniques concernant les matériaux. Dans certains cas, il a été déterminé que les matériaux non conformes aux normes avaient été un facteur contributif de la défaillance du pipeline lors d'essais sous pression.


Bien que certains cas décrits ci-dessous dans lesquels on a déterminé que des matériaux non conformes ont été utilisés semblent être des cas isolés, l'Office a subséquemment recensé d'autres cas sur des pipelines au Canada et aux États-Unis (É.-U.). La question des conduites et des raccords dont les propriétés ne sont pas conformes aux normes qui entrent dans la chaîne d'approvisionnement, et qui sont par la suite installés sur les pipelines, constitue une préoccupation de l'ensemble de l'industrie.

#### **Raccord de Canadoil Asia**

*En décembre 2010, l'Office a été informé de la dilatation d'un raccord en acier (coude) après un essai hydrostatique à une installation pipelinière aux États-Unis. Selon la PHMSA, cette dilatation tenait à un raccord dont la résistance était inférieure à la limite d'élasticité minimale précisée. L'exploitant du pipeline a retiré un certain nombre de raccords additionnels dans l'installation pour les soumettre à des essais mécaniques; il a alors décelé d'autres raccords ayant les mêmes caractéristiques.*

---

<sup>4</sup> Avis de sécurité SA 2016-01 de l'Office national de l'énergie – Raccords pouvant comporter des matériaux aux propriétés de qualité inférieure



*Les raccords en question avaient été produits en Thaïlande par un fabricant appelé Canadoil Asia<sup>5</sup>. Ils avaient été fabriqués selon la norme SP-75 de la Manufacturers Standard Society (MSS) visant les raccords en acier à grande résistance soudés bout à bout et avaient été déclarés conformes aux exigences relatives aux matériaux, ce dont faisait état le rapport sur les essais des matériaux. Toutefois, en raison de lacunes dans certains procédés à l'usine, certains raccords ne respectaient pas les exigences concernant les matériaux.*

### **Raccord d'Ezeflow**

*En 2013, il y a eu rupture d'un pipeline de gaz naturel non corrosif en Alberta. Environ 16,5 millions de mètres cubes de gaz naturel ont été relâchés dans l'atmosphère. Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a publié son rapport d'enquête de pipeline (P13H0107), le 3 novembre 2015.*

*Les enquêtes menées respectivement par le BST, l'Office et l'exploitant du pipeline ont révélé que le coude préfabriqué qui a causé la rupture comportait des matériaux de qualité inférieure. L'essai d'aptitude au service a été effectué sur les raccords du pipeline avant leur installation en 2008, après que deux raccords ont failli à l'essai sous pression. Même si l'essai de dureté a révélé que le coude en question affichait des propriétés mécaniques plus faibles, l'exploitant a jugé que le coude pouvait être utilisé, car l'épaisseur des parois compenserait les propriétés mécaniques plus faibles. Ni le fabricant, ni l'exploitant du pipeline n'ont vérifié l'épaisseur des parois de ce raccord particulier. L'enquête a déterminé que l'épaisseur des parois était inférieure à celle indiquée dans le rapport sur les essais des matériaux.*

*Depuis cet incident, la société pipelinière a adopté des caractéristiques techniques visant la fabrication des raccords (épaisseur des parois) qui sont supérieures aux normes de fabrication acceptables selon la norme CSA Z662-15 (Association canadienne de normalisation) sur les réseaux de canalisations de pétrole et de gaz. Le fabricant du raccord, Ezeflow, a apporté des améliorations à ses procédés de fabrication et à ses programmes d'assurance de la qualité. Le problème de qualité semble être limité aux coudes de nuance 550 fabriqués pour un seul client.*

En 2008, l'administration de la sécurité des produits dangereux et des pipelines (PHMSA) du Département américain des transports a constaté des échecs lors d'essais hydrostatiques et la dilatation excessive d'un certain nombre de pipelines en construction aux États-Unis. Après enquête, la PHMSA a attribué les incidents à l'installation de conduites fabriquées avec des matériaux de qualité inférieure.

En 2009, la PHMSA a émis un avis (ADB-09-01) mettant en garde contre la possibilité que des conduites tubulaires en micro-alliage à forte résistance aient des propriétés chimiques et mécaniques irrégulières et que leur limite d'élasticité soit de 15 % inférieure aux exigences indiquées. L'avis signale également que, dans certains cas, les matériaux des conduites, tout en résistant à un essai hydrostatique, peuvent tout de même être une source de préoccupation dans l'avenir.

---

<sup>5</sup> L'installation de Canadoil Asia n'est plus en exploitation. Canadoil Asia n'est plus affiliée à Canadoil Forge et CFC Canadoil.

### 3.1.2 Entrevues avec des sociétés pipelinières

DNV GL a réalisé des entrevues avec des représentants de deux sociétés pipelinières afin de mieux comprendre les problèmes, notamment les détails concernant leurs examens et analyses subséquents.


#### **Exploitant A :**

L'exploitant A a relevé la plupart des problèmes reliés aux coudes fabriqués à partir d'une tôle qui découlent de la limite d'élasticité du matériau par rapport à la qualité du matériau précisée. La société pipelinière achète habituellement ses raccords auprès de distributeurs à moins que, dans le cadre d'un grand projet, il soit possible de les obtenir directement du fabricant. Tous les raccords de qualité inférieure ont été soumis à un traitement thermique de trempe et de revenu. Bien que les raccords indiqués et documentés comme étant des raccords de nuance 483 conformément à la CSA (WPHY 70), les essais de traction dans le sens travers subséquents ont révélé que la valeur de l'élasticité actuelle était aux alentours de 300. Aucun essai de traction axiale n'a été réalisé. La traçabilité permettant de remonter au fabricant de la tôle n'a pas été assurée, cependant, des essais de composition chimique ont permis de remonter jusqu'aux rapports d'essai du matériel certifié (REMC) fournis par l'usine. Des essais de dureté ont également révélé de grandes différences d'une extrémité à l'autre du raccord. La société pipelinière a évalué que la perte du contrôle de procédé pendant la trempe a entraîné un refroidissement non uniforme et une variation des propriétés du matériau, et ce, entre l'entrée du raccord dans le réservoir de trempe et l'immersion finale.

#### **Exploitant B :**

L'exploitant B a relevé les pratiques relatives à la charge des fours qui compromettaient la normalisation des raccords et qui entraînaient un traitement thermique inadéquat à des endroits précis sur le raccord. L'empilement des raccords dans le four et l'utilisation de supports en acier augmentaient l'épaisseur totale et la masse du matériau à chauffer, et par conséquent, le temps de maintien dans le four. La situation est notablement différente lorsqu'on utilise des supports de moindre épaisseur (masse plus faible) pour charger le four et qu'on espace les raccords. Dans les deux cas, le procédé de fabrication n'a pas tenu compte de l'augmentation relative de la masse localisée du raccord (épaisseur) en fonction du temps de maintien dans le four. Dans l'un des cas, les supports usés se sont déformés au point que la surface de contact s'est considérablement étendue et peut ne plus être conforme aux exigences des essais d'homologation initiaux du procédé de fabrication. Tout comme dans les procédés de soudage, les procédures relatives au mode opératoire de fabrication et au plan d'inspection et d'essai doivent définir et inclure des variables critiques, notamment l'épaisseur des parois du raccord en vue du traitement thermique.

L'efficacité de la trempe après la normalisation a également été soulevée. Dans le cas présent, la température de l'agent de trempe n'a pas été surveillée et maintenue afin d'assurer le refroidissement rapide des articles. Les réservoirs de trempe n'étaient pas dotés de dispositifs permettant de mesurer continuellement la température de l'eau ou d'agiter l'eau suffisamment pour assurer des taux de refroidissement uniformes.



Des essais par lots avec éprouvettes ont été jugés insuffisants pour détecter les matériaux de qualité inférieure. Les lots, ou groupes d'éléments produits de manière similaire, ont été jugés être trop gros pour permettre de différencier les procédés de production; en outre, l'emplacement et le nombre d'éprouvettes ont été jugés non représentatifs des conditions durant le traitement thermique.

L'examen a également permis de relever la variation de l'épaisseur de paroi comme étant un problème sans effet néfaste. Les questions spécifiques relatives à l'absence de traçabilité des matières premières (tôle), de contrôle à la réception des matériaux et d'essai d'acceptation approfondi expliquent pour une bonne part pourquoi ces raccords de qualité inférieure ont pu entrer dans la chaîne d'approvisionnement.

## 4.0 ANALYSE DES LACUNES EN MATIÈRE DE NORMES ET DE RÈGLEMENTS

Une analyse des lacunes a été effectuée pour comparer les normes sélectionnées par rapport à une liste de critères sélectionnés. Les critères ont été sélectionnés en fonction de l'expérience de DNV GL en matière de procédés de fabrication et de processus d'assurance de la qualité. La liste de critères n'est pas exhaustive, mais énumère plutôt des procédés communs dans l'ordre où ils se déroulent généralement pendant la production et les essais :

- Fabrication du matériel
  - Points visés et limites de la composition chimique
  - Carbone équivalent
  - Identification du traitement thermique
  - Exigences de coulage des brames et lingots, identification des brames et traçabilité
  - Exigences pour tôles, exigences d'essai, identification et traçabilité
  - Exigences d'expédition et de manutention des tôles
  - Traitement thermique
  - Mise en forme
  - Soudure
  - Essais hydrostatiques
  - Taille et dimensions
  - Exigences relatives aux nuances
  - Exigences relatives au marquage
  - Expédition et manutention
  
- Contrôle de la qualité

- Exigences relatives à la commande des produits
- Caractéristiques techniques relatives aux procédés du fabricant
- Plan d'inspection et d'essai
- Rapport d'essai du matériel certifié (REMC)
- Réception et identification du matériel
- Examen non destructif (END)
- Défauts
- Tests subséquents
- Inspection finale
- Traçabilité

La comparaison obtenue est présentée à l'annexe A ci-après. Les processus de qualification de l'exploitant n'ont pas été pris en compte, tout comme la procédure liée au transport de gaz corrosif. Le tableau 1 donne un résumé des lacunes relevées par critère, norme et stratégie de qualité connexe.

**Tableau 1. Résumé de l'analyse des lacunes en matière de normes et de règlements**

Lacune	Critère	Norme
Plages limites non définies	Points visés et limites de la composition chimique	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)
Point non abordé dans les normes actuelles	Exigences de coulage des brames et lingots, identification des brames et traçabilité	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)
Point non abordé dans les normes actuelles	Exigences pour tôles, exigences d'essai, identification et traçabilité	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)
Point non abordé dans les normes actuelles	Exigences d'expédition et de manutention des tôles	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)
Point non abordé dans les normes actuelles	Traçabilité	CSA Z245.11-13
Point non abordé dans les normes actuelles	Modes opératoires de fabrication	CSA Z245.11-13
Plan d'inspection et d'essai propre au produit non requis	Plan d'inspection et d'essai	CSA Z245.11-13
Divers écarts dans les essais des matériaux et les essais par lots	Rapport d'essai du matériel certifié (REMC)	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)
Absence de contrôles de procédé spécifiques	Traitement thermique	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)

Lacune	Critère	Norme
Dépendance aux spécifications de l'acheteur	Exigences relatives à la commande des produits	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)

Les normes CSA Z245.1-14, Tubes en acier pour canalisation, et CSA Z662-15, Réseaux de canalisations de pétrole et de gaz, ont été examinées dans le but de comparer les normes propres à la fabrication de raccords. En règle générale, les normes visant les raccords ne sont pas aussi détaillées ou rigoureuses que celles qui régissent les tubes de canalisation. Des améliorations aux normes actuelles de l'industrie sont recommandées afin de combler les lacunes cernées entre les normes, les procédés de fabrication et le rendement escompté des raccords. Les exploitants et/ou distributeurs de pipelines devraient améliorer les spécifications des produits et être plus rigoureux en matière de traçabilité, de surveillance des procédés et d'essai des produits.


La norme MSS SP-75 s'est avérée la plus exhaustive de toutes les normes sur les raccords passées en revue sur la base des critères sélectionnés. Toutefois, des lacunes subsistent surtout en ce qui concerne la traçabilité, la manutention et l'inspection des matières premières, la composition chimique et les essais par lots. L'accent est mis sur le contrôle des procédés de fabrication en exigeant des modes opératoires de fabrication et des plans d'inspection et d'essai propres à la production, pour lesquels il incombe à l'acheteur d'en assurer l'acceptation et la surveillance. En pratique cependant, il est possible qu'une lacune apparaisse entre la norme et les produits finis si les modes opératoires de fabrication ou les plans d'inspection et d'essai sont inachevés, ou si la conformité du produit n'est pas contrôlée pendant la production.

La norme CSA Z245.11-13, Raccords en acier, contient des lacunes similaires en ce qui concerne les matières premières et la vérification des matières premières. Dans la norme, on ne parle pas de mettre en place des procédures de fabrication similaires à un mode opératoire de fabrication pour assurer le contrôle des divers procédés de fabrication des raccords. Les exigences en matière de rapport sont moins strictes que celles de la norme MSS SP-75. La norme exige un certificat de conformité et des exigences en matière de rapport d'essai obligatoires limitées. L'acheteur a l'option d'ajouter des exigences en matière de rapport au bon de commande. Comme il est indiqué ci-dessous, cela crée un seuil limite pour la surveillance et la déclaration des paramètres du procédé de fabrication des raccords produits pour être ajoutés aux stocks du distributeur ou aux fins de revente sur le marché secondaire.

## 5.0 STRATÉGIES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

L'approvisionnement en matériaux et en biens a une incidence directe sur la qualité générale du pipeline achevé. Cela englobe l'approvisionnement en tubes de canalisation et en éléments (raccords, vannes, brides, fermetures, etc.). Il est primordial que les entrepreneurs, fournisseurs et la société pipelinère s'entendent pour fournir un produit de qualité.





Pendant l'approvisionnement en matériaux et la phase d'inspection, il faut étudier attentivement la provenance de la conduite et des raccords. Le fait d'acheter les conduites et les raccords en quantités brutes offre la souplesse nécessaire pour imposer des exigences techniques propres au projet qui excèdent les exigences minimales de la spécification appropriée de l'industrie. Par contre, les conduites et les raccords achetés du stock du distributeur ou du fabricant peuvent souvent contenir des matériaux qui ne respectent que les exigences minimales de la spécification appropriée de l'industrie. En outre, ces pièces n'auraient pas eu la chance de faire l'objet de vérifications et d'inspections supplémentaires en usine, pratiques courantes pour la production en usine de conduites et de raccords. Il a été prouvé que les pratiques rigoureuses de sélection préalable en usine et l'inspection préalable à l'achat réduisent les risques associés aux raccords stockés. Grâce à la sélection préalable, il est possible de constater les insuffisances dans les installations de production (équipement usé, contrôle inadéquat des fours, mélange des réservoirs de trempe, etc.). Les inspections préalable à l'achat peuvent également permettre de déceler les problèmes liés à la géométrie, à l'épaisseur des parois, à la composition chimique et à la finition de chaque raccord, et ce, avant qu'il entre dans la chaîne d'approvisionnement.

DNV GL a rédigé un rapport pour la PHMSA qui fournit des conseils sur la construction de nouveaux pipelines, y compris la fabrication et l'achat de tubes de canalisation et d'éléments.<sup>6</sup> Les dix stratégies décrites ci-après sont une adaptation de l'annexe B du rapport de DNV GL et peuvent être appliquées directement à la fabrication et à l'achat des éléments.

## 5.1 Systèmes de gestion de la qualité (SGQ)

Les entrepreneurs et les fournisseurs, lorsque la société pipelinière l'exige, doivent élaborer leur propre système de gestion de la qualité (SGQ) qui doit s'harmoniser avec le SGQ de la société pipelinière. Si les matériaux et les biens sont achetés au nom de la société pipelinière par une tierce partie (un distributeur par exemple), le SGQ de la société pipelinière doit pouvoir être transféré et adopté par l'acheteur. Les procédés de fabrication doivent inclure, en plus du SGQ, des documents supplémentaires sur les procédés, des examens et des mesures pour faciliter l'atteinte des objectifs en matière de qualité, de calendrier, d'exécution et des objectifs globaux du projet y compris les exigences techniques et les exigences réglementaires. La présente section s'applique aux fabricants des conduites, les enduiseurs de conduite, soudeurs-assembleurs, les fabricants des éléments et aux autres parties qui fournissent des matériaux ou des projets, plutôt que des services.


Il est recommandé qu'à tout le moins, la société pipelinière exige que les fournisseurs de conduites et d'éléments sous pression, de même que les entrepreneurs en construction du pipeline et des installations, harmonisent leur SGQ avec le sien.

## 5.2 Élaboration des modes opératoires de fabrication

Lorsque la société pipelinière ou la norme citée en référence l'exige, le fournisseur doit fournir un mode opératoire de fabrication expliquant en détail les procédés de fabrication, les méthodes d'assurance de la qualité, les activités de contrôle de la qualité, y compris les points d'arrêt, de même qu'une description des vérifications géométriques, des essais des matériaux et des essais non destructifs applicables. Le mode opératoire de fabrication devrait être évalué avant le début de la production pour s'assurer qu'il

---

<sup>6</sup> DNV GL – Rapport n° OAPUS314MJRU (PP087506), Rév. 3, "Improving Quality Management Systems (QMS) for Pipeline Construction Activities" (améliorer les systèmes de gestion de la qualité (SGQ) pour procéder à la construction de pipelines)



est conforme aux exigences techniques du client, aux normes de l'industrie et à l'utilisation prévue du produit (sulfureux, température élevée, arctique, etc.). Les exceptions faites aux exigences techniques par le fournisseur devraient être examinées attentivement afin d'évaluer la probabilité que le rendement du produit final satisfera aux critères du projet.


Une réunion préalable à la production devrait être tenue pour déterminer les rôles et responsabilités du fabricant, de l'acheteur ou des inspecteurs de surveillance. Le procès-verbal de la réunion devrait être conservé et tout changement convenu incorporé au mode opératoire de fabrication avant le début de la production. Lorsque des matériaux doivent être achetés périodiquement du stock du distributeur, on s'attend à ce que la société transmette les exigences du système de gestion de la qualité (SGQ) au fournisseur dans un délai suffisamment long pour lui permettre de communiquer les exigences du SGQ au fabricant et de coordonner la préparation des audits, des inspections et des documents connexes, le cas échéant. Les distributeurs et les fournisseurs devraient tenir un registre des caractéristiques du produit d'origine, du mode opératoire de fabrication et du plan d'inspection et d'essai lorsque cela est requis pendant la production (p. ex. les raccords fabriqués conformément à la norme SP-75 de la MSS) et de tout procès-verbal de réunion préalable à la production. Des plans de rechange pour consigner les données et les renseignements relatifs aux essais, aux propriétés et à l'inspection des matériaux peuvent être nécessaires si certaines dispositions du SGQ ne sont pas pratiques pour les éléments achetés moins souvent ou ayant moins d'impact sur le risque associé au projet.

Le mode opératoire de fabrication devrait clairement préciser les fournisseurs des matières premières, des matières consommables et des éléments constitutifs ainsi que les pratiques de gestion de la qualité appliquées pendant la production de ces matériaux. Le mode opératoire de fabrication devrait également exposer en détail les exigences relatives aux documents fournis par les fournisseurs des matières premières, des matières consommables et des éléments constitutifs à l'appui du SGQ du fabricant.

Le mode opératoire de fabrication devrait faire état de chaque étape du procédé de fabrication et décrire l'opération de façon suffisamment détaillée pour vérifier et confirmer que le procédé satisfait aux normes de l'industrie, aux exigences réglementaires et aux spécifications de l'acheteur. Les contrôles et points de consigne du procédé de fabrication devraient être indiqués aux fins de surveillance pendant la production. À titre d'exemples, les sections d'un mode opératoire de fabrication comprennent, sans toutefois s'y limiter :

- les options de mesure de contrôle de la qualité sélectionnées pour améliorer la qualité;
- les exigences en matière de formation et de compétence pour le personnel qui effectue l'activité;
- les exigences en matière d'inspection;
- les exigences en matière de formation et de compétence pour le personnel responsable de l'inspection;
- les registres applicables.

Le plan qualité doit faire mention de la procédure ou des exigences techniques documentées pour la tâche. En outre, le personnel qui effectue la tâche ou l'inspection devrait être en mesure de comprendre et de suivre avec compétence la procédure et le plan qualité et d'auto-vérifier son travail, s'il y a lieu. Cependant, l'auto-vérification ne remplace pas convenablement l'inspection effectuée par d'autres




membres du personnel qui n'étaient pas directement concernés par l'exécution de la tâche de fabrication. Si des problèmes de qualité sont relevés, les travaux doivent être interrompus ou l'élément doit être mis en quarantaine et le problème doit être signalé au personnel compétent. Selon le projet, le personnel responsable de l'activité et de l'inspection peut être à l'emploi de la société pipelinière, de l'entrepreneur ou du fournisseur. Il faudrait envisager de procéder à de nombreux examens des tâches ou des activités, au besoin.

- les exigences techniques et exigences relatives aux matériaux;
- les exigences relatives à la fabrication des matières premières;
- la réception des matériaux et des matières consommables;
- les exigences relatives à l'entreposage et au marquage des matériaux;
- la mise en forme, le coulage ou le forgeage;
- le soudage ou l'assemblage;
- le traitement thermique;
- l'essai d'acceptation ainsi que les procédures et la production de rapports relatives aux essais non destructifs;
- les mesures géométriques et la production de rapports connexes;
- l'essai des matériaux et la production de rapports connexes;
- les procédures de réparation et de réusinage;
- l'élimination des matériaux non conformes;
- la finition ou le revêtement;
- les documents sur les matériaux finis et le suivi des matériaux;
- l'expédition et la manutention.

Le mode opératoire de fabrication doit tenir compte de l'installation et de l'étalonnage de l'équipement et des instruments de mesure d'essai non destructif utilisés au cours du procédé de fabrication. Les procédures d'installation et d'étalonnage doivent être établies pour tout l'équipement d'essai non destructif utilisé pendant la production. Les exigences de qualification du personnel correspondantes doivent être énumérées pour chaque opération. Dans le cas où le fabricant fait appel à des essais non destructifs, à des instruments de mesure ou à des essais de matériaux pour la vérification du contrôle de la production, des renseignements ou des matières premières, le mode opératoire de fabrication doit préciser le niveau d'inspection et de distribution des résultats.

### **5.3 Élaboration des plans d'inspection et d'essai**

Lorsque la société pipelinière ou la norme citée en référence l'exige, les tâches requises pour la fabrication des matériaux doivent comprendre un plan d'inspection et d'essai élaboré pour établir les



activités ou des processus assujettis à la surveillance et à l'examen des documents lorsqu'une activité d'observation ou de vérification est requise, lorsque la mise à l'essai du produit est requise ou lorsque la production doit être interrompue en attente d'une autorisation de poursuivre.

Un plan d'inspection et d'essai est essentiel à l'établissement d'un programme d'inspection et d'essai uniforme que toutes les parties (inspecteurs, fabricants et auditeurs) peuvent suivre pendant la production. Le rendement uniforme des activités permet aux événements de qualité d'être mesurables.

Au minimum, un plan d'inspection et d'essai est généralement élaboré pour chaque élément sous pression du réseau pipelinier. Le plan d'inspection et d'essai devrait comprendre selon le cas : la fréquence des essais, les critères d'acceptation, les exigences d'étalonnage, la qualification du personnel, la production de rapports et la conservation des documents. Des renseignements supplémentaires s'il y a lieu devraient comprendre :

- la séparation des matériaux non conformes;
- les dispositions relatives à la réalisation de nouveaux essais, la conservation des éprouvettes;
- les essais supplémentaires des matériaux semblables.

## 5.4 Traçabilité de fabrication


Les normes actuelles de l'industrie n'exigent pas la traçabilité des matières premières comme les dalles, les tôles et les produits consommables pour le soudage. Les détails et les renseignements supplémentaires concernant les non-conformités de matériau précises énumérées ci-dessus sont manquants outre l'identification des numéros de coulée. Il n'est pas nécessaire de tracer jusqu'à la tôle-mère les pratiques de laminage des tôles thermomécaniques nécessaires pour obtenir des matériaux de base haute résistance. Une amélioration à apporter aux exigences techniques de la société et aux normes actuelles consisterait à inclure le suivi des tôles distinctes. Les problèmes d'épaisseur et de qualité des parois peuvent être résolus au cours du processus de réception des matériaux si toutes les tôles provenant d'une tôle-mère précise peuvent être identifiées. De même, les problèmes de séparation d'axe et de propriétés variables dans une tôle donnée, comme il est indiqué dans la fabrication des conduites, peuvent être considérés comme un risque dans la fabrication des éléments à haute résistance<sup>7</sup>.

Il faudrait envisager l'enregistrement de l'identification unique de chaque élément de fabrication, matière première ou matière consommable. Les identificateurs individuels peuvent être regroupés pour former un identificateur unique utilisant un système de suivi approprié. Les documents de contrôle de la qualité comme les données de traitement thermique, les données d'essai de pression, les résultats des essais non destructifs, les éprouvettes et les résultats des essais mécaniques et métallurgiques devraient être traçables jusqu'aux produits finis.

Le contrôle des matières premières, des matières consommables et des produits finis tout au long du procédé de fabrication est essentiel à l'identification et à la séparation des matériaux non conformes.

---

<sup>7</sup> Bulletin de la PHMSA, PHMSA-2009-0148, Potential Low and Variable Yield and Tensile Strength and Chemical Composition Properties in High Strength Line Pipe



De plus, la traçabilité permet l'examen des éléments similaires au cas où des non-conformités sont décelées.


À titre d'exemples d'éléments à considérer dans un système de suivi mentionnons, sans toutefois s'y limiter, les joints de conduite, les raccords, les pièces coulées, les pièces forgées, les tôles, les produits consommables pour le soudage, les numéros de coulée, les numéros de lot et les numéros de série des éléments. Les procédés de fabrication et de contrôle qui font appel à plusieurs stations, à plusieurs conducteurs d'équipement ou à de nombreuses pièces d'équipement distinctes devraient assurer une traçabilité jusqu'aux produits finis. À titre d'exemples, mentionnons les postes de soudure, les fours, les machines à dresser, les chaînes de montage, les machines de traction et les postes d'inspection.

En ce qui concerne les éléments fournis par un distributeur, la traçabilité diminue davantage. Les distributeurs offrent un service précieux dans la chaîne d'approvisionnement globale. Les raccords individuels sont souvent nécessaires à la dernière minute pour les projets de maintenance ou les projets plus modestes. Dans bien des cas, il n'est pas pratique de commander un cycle de fabrication pour de petites quantités dont les caractéristiques sont particulières. Cependant, l'obtention de données de fabrication supplémentaires pour les raccords du stock du distributeur serait profitable au processus de détermination de la qualité des matériaux. Les normes de l'industrie peuvent être améliorées pour inclure les matières premières, le traitement thermique et les données d'essai traçables pour ces produits qui ne sont pas propres au projet. En outre, les meilleures pratiques d'approvisionnement de l'exploitant de pipeline, y compris un examen préalable à l'achat du REMC, un examen non destructif supplémentaire et une sélection préalable en usine rigoureuse peuvent être bénéfiques pour le processus d'approvisionnement.

La traçabilité de fabrication devrait être maintenue après l'installation de la tuyauterie ou de l'élément. Des identificateurs uniques attribués aux conduites et aux éléments et liés aux emplacements géospatiaux et aux registres de traçabilité de fabrication facilitent le choix de l'emplacement et l'évaluation futurs des conduites ou des éléments liés à des problèmes de rendement possibles. L'exploitant de pipeline peut utiliser un logiciel de suivi qui s'intègre aux systèmes du fabricant et maintient la traçabilité des produits de la matière première à l'emplacement d'installation.

## 5.5 Inspection des matériaux

Les exigences en matière d'inspection et d'essai des matériaux sont précisées dans le mode opératoire de fabrication et le plan d'inspection et d'essai propres aux matériaux qui sont fabriqués et au procédé de fabrication. Toutes les observations et vérifications et tous les essais et examens de documents nécessaires doivent être terminés et acceptés avant que les matériaux ou les produits soient considérés comme des produits finis et mis à la disposition du projet. Une surveillance devrait être programmée et mise en œuvre pour assurer une inspection complète de la production. Les processus qui sont observés sont d'ordinaire mieux contrôlés, et l'inspection peu fréquente peut donner lieu à des aperçus qui ne sont pas représentatifs de la pleine production.



Des écarts ou des conditions perturbantes au cours du procédé de fabrication peuvent entraîner l'introduction de défauts dans le produit fini ou la perte de traçabilité. Les attentes en matière de rendement de la production, comme les pièces par quart de travail, les essais terminés, le produit livré ou les réparations, devraient être établies pour assurer la surveillance d'état. Des écarts par rapport à ces mesures au cours du procédé de fabrication peuvent indiquer une condition perturbante justifiant un examen plus approfondi. Des points d'arrêt peuvent être établis pour permettre l'essai ou l'observation parallèlement au procédé de fabrication.

## 5.6 Vérification des matières premières

Dans le cadre des entrevues menées auprès des sociétés pipelinères, un exploitant de pipeline a indiqué qu'il y a peu ou pas de traçabilité des éléments fournis par le distributeur concernant les aciéries et les tôleries, contrairement à la traçabilité en place pour les tubes de canalisation. L'examen du rapport sur les essais des matériaux (REM) et l'analyse chimique après approvisionnement laissent entendre que les compositions chimiques faiblement alliées peuvent poser problème, car lorsqu'elles sont combinées à des pratiques variables de traitement thermique, il peut en résulter des matériaux dont les propriétés ne sont pas conformes aux normes.


D'autres examens de l'industrie pipelinère ont été effectués et les résultats ont été documentés. Chevron a procédé à un examen et a mis à l'essai diverses brides à la suite d'incidents récents<sup>8</sup>. Son analyse a révélé que les limites des compositions chimiques sont trop permissives dans la norme MSS SP-75 et incomplètes dans la norme ASTM A694. Lorsqu'un micro-alliage d'acier haute résistance faiblement allié (HSLA) est utilisé, les procédés de traitement thermique traditionnels, comme la trempe et le revenu, sont mal appliqués. Les mesures de protection de la qualité précisées dans les normes de l'industrie ne suffisent pas à déceler tous les problèmes potentiels, et l'utilisation d'éprouvettes ou la mise à l'essai des matières de base peut ne pas représenter fidèlement les propriétés des produits finis.

Becht Engineering et Paulin Research Group (Becht) ont réalisé des essais d'éclatement sur des tés à souder fabriqués conformément à la norme ASME B16.9. Ces essais ont révélé que les techniques de fabrication et les critères d'acceptation permis par la norme peuvent avoir pour conséquence la fabrication de tés dont les sections sont plus minces et ne satisfont pas aux exigences des essais d'éclatement.<sup>9</sup> Becht a affirmé qu'il était probable que les règles actuelles permettent aux fabricants à la recherche d'un avantage économique d'utiliser un matériau moins résistant qui est plus facile à former et d'utiliser des conduites plus minces également plus faciles à former. Cette pratique peut se traduire par la présence d'une quantité insuffisante de matériaux dans les zones de fourche et par une marge réduite quant à la capacité de confinement de la pression. Becht a indiqué que dans certains cas, des fabricants utilisent 87,5 % de l'épaisseur nominale comme critère d'épaisseur minimale. Cette pratique est généralement conforme à la norme B16.9 à cause de l'imprécision apparente des exigences des « analyses mathématiques » du paragraphe 2.2.

---

<sup>8</sup> Pipeline Flanges & Fittings Substandard Properties, Kirk Baker, Chevron, Présentation donnée au Committee on Standardization of Oilfield Equipment and Materials (CSOEM) de l'API, juin 2016

<sup>9</sup> Burst tests of B16.9 Welded Tees, Pressure Vessels and Piping Conference (PVP) 2014 Paper 28265, 15 mars 2015



Des recommandations ont été présentées aux comités sur la norme B16. Toutefois, l'importance des propriétés dimensionnelles des matières premières par rapport aux procédés de fabrication des autres éléments n'a pas été abordée. Les études de cas susmentionnées ont révélé des cas où des coudes présentaient une épaisseur de paroi inférieure à celle précisée. Les normes actuelles ne prévoient pas la traçabilité jusqu'aux tôles-mères, ce qui limite la capacité d'identifier et de mettre en quarantaine les tôles non conformes aux normes avant la fabrication de l'élément

## 5.7 Qualification du procédé de fabrication

Les procédés de fabrication sont souvent élaborés en fonction d'essais de qualification. Dans de nombreux cas, les produits d'essai sont fabriqués et testés à l'aide de nombreux procédés et matériaux de base. De cette façon, les fabricants élaborent des procédés qui sont propres à leurs usines, à l'équipement installé et à leurs fournisseurs de matières premières. Cette méthode se traduit par des procédés propres à chaque usine. Dans le cas des exigences relatives à la composition chimique et au traitement thermique, les directives des normes de l'industrie sous forme de valeurs maximales ou minimales sont satisfaites, mais les cibles réelles sont dans le procédé de fabrication. Les écarts par rapport aux paramètres de production de qualification, comme la charge du four, le temps de maintien dans le four, la température ou l'agitation des agents de trempe, peuvent se traduire par la fabrication de produits de qualité inférieure même si les exigences des normes de l'industrie sont satisfaites. Cet effet est aggravé en cas de nombreux écarts par rapport aux paramètres de production. La composition chimique peut créer des aciers sensibles aux faibles écarts dans le procédé comme les températures de normalisation et de trempe. De même, les écarts dans l'épaisseur des parois, les modèles de charge du four et l'état des supports du four peuvent avoir une incidence sur le temps de maintien dans le four. L'effet cumulatif des écarts devrait être abordé dans le plan d'inspection et d'essai qui surveille les processus précis pour confirmer la conformité au procédé de fabrication. De nombreux écarts peuvent déclencher des essais supplémentaires ou un contrôle de la production.

## 5.8 Améliorations à l'inspection et aux essais

Les sociétés pipelinaires qui ont connu des problèmes de matériaux ont trouvé des façons d'améliorer l'inspection et les essais à la fois pour les installations de fabrication et les distributeurs. Les essais de matériaux sont d'ordinaire effectués à l'aide d'éprouvettes qui subissent des opérations de mise en forme et un traitement thermique semblables. Les éprouvettes sont souvent composées de la même matière première (p. ex. une tôle) soudée ou fixée à un raccord de production. Cela peut prendre la forme d'une languette de soudage dans le cas d'un matériau formé et soudé. Les points suivants peuvent être considérés comme des points à inclure dans les exigences techniques ou les ententes commerciales des sociétés pour garantir que les essais sont représentatifs des produits finis :

- Augmenter la fréquence des essais par lot pour garantir que les résultats des essais sont disponibles pour tous les lots de traitement thermique.
- Préciser l'emplacement des éprouvettes pour les essais par lot, y compris l'emplacement dans les charges de four.
- Réaliser des essais d'uniformité de four supplémentaires pour assurer des réglages de température et un étalonnage de l'équipement adéquats.

- Réaliser des essais destructifs sur les éléments finis pour vérifier l'exactitude des essais effectués sur les éprouvettes.
- Effectuer des essais de dureté et des essais métallographiques pour compléter les essais par lots.
- Limiter le recours à d'autres essais ou traitements thermiques sans l'approbation préalable de la société.
- Exiger des diagrammes ou des registres de toutes les températures et de tous les temps de maintien de traitement thermique dans la documentation finale.
- Exiger la traçabilité afin d'assurer un suivi précis de chaque raccord depuis la matière première jusqu'aux produits finis.
- Prévoir de la documentation sur la matière première, les paramètres du procédé et les résultats d'essai des raccords pour les distributeurs.
- Imposer des procédures de charge, de soutien et d'empilement pour le four, y compris l'utilisation de supports ou de pieds.
- Imposer des exigences et des calculs pour les temps de maintien de traitement thermique.
- Imposer des exigences de limite de température, d'agitation et de temps de traitement de trempe.
- Imposer des restrictions minimales relatives aux compositions chimiques des matériaux pour les produits à haute résistance.

## 5.9 Approvisionnement

Les protocoles d'approvisionnement actuels de l'industrie dépendent souvent des exigences techniques des sociétés pipelinières pour combler les lacunes dans les normes de l'industrie. Cela désavantage les exploitants de pipeline ayant des exigences techniques exhaustives, qui sont alors placés dans une situation défavorable sur le plan de la concurrence en raison de coûts d'approvisionnement plus élevés. Le risque opposé est que des matériaux non conformes ne soient pas rapidement décelés et soient autorisés à être utilisés. L'approvisionnement en assemblages fabriqués (plateformes de comptage) ou en installations construites clés en main (stations de pompage) peut mettre en jeu l'achat de raccords à ajouter à l'ensemble par une autre partie.

Dans le cadre des entrevues menées auprès des sociétés pipelinières, un exploitant de pipeline a indiqué que les éléments sont souvent achetés auprès de distributeurs à partir d'une liste de fabricants pré-qualifiés. Les fabricants peuvent être enlevés de la liste advenant le cas où des matériaux qui ne répondent pas aux normes ou des matériaux non conformes sont décelés au cours du processus d'acceptation et d'essai relatif à l'approvisionnement.

Des politiques et des procédures en matière d'approvisionnement, comprenant la pré-qualification et la révision périodique des fabricants, devraient être élaborées pour assurer que les stratégies de qualité des exploitants de pipeline sont transmises à toutes les parties dans la chaîne d'approvisionnement.



## 5.10 Acceptation et essai

L'une des sociétés pipelinières interrogées a indiqué qu'un processus d'essai avant et après achat a été adopté pour les éléments fournis par un distributeur. Des REM sont demandés et examinés en fonction des caractéristiques chimiques exigées par la société pipelinière avant l'émission du bon de commande final. Avant la livraison au chantier, l'exploitant de pipeline effectue une inspection visuelle de l'élément et procède à un examen aux particules magnétiques des extrémités de la conduite et de tout endroit suspect. En plus des vérifications faites aux endroits décelés par l'inspection visuelle, l'épaisseur de la paroi fait l'objet d'une vérification ponctuelle. La société pipelinière ne permet pas le remplacement de matériaux à haute limite d'élasticité dont les parois sont plus minces en partie pour éviter les problèmes de soudabilité sur le terrain. La valeur de carbone équivalent est examinée au stade d'évaluation du REM par rapport aux exigences techniques de la société pipelinière et aux normes de la CSA et de l'API.

## 6.0 CONCLUSION

Les aciers à micro-alliage à forte résistance sont très sensibles aux changements apportés aux procédés de fabrication, notamment le laminage thermomécanique et le traitement thermique. Cette sensibilité aggrave les petites déviations lors des procédés de fabrication comme la température de trempe. En vue de minimiser le risque de matériaux non conformes, le procédé de qualification initiale, souvent appelé contrôle de première production, sert de fondement pour tout procédé de fabrication subséquent et tout mode opératoire de fabrication, s'il y a lieu.

Les limites des compositions chimiques sont trop permissives dans la norme MSS SP-75 et incomplètes dans la norme ASTM A694. Lorsqu'un micro-alliage d'acier haute résistance faiblement allié (HSLA) est utilisé, les procédés de traitement thermique traditionnels, comme la trempe et le revenu, peuvent être mal appliqués.

Dans certains cas, les fabricants utilisent 87,5 % de l'épaisseur nominale comme critère d'épaisseur minimale. Cette pratique est généralement conforme à la norme B16.9 à cause de l'imprécision apparente des exigences des « analyses mathématiques » du paragraphe 2.2.

Les variables comme le traitement thermique et les températures de trempe, les temps d'entreposage, les configurations de la charge du four, etc. doivent être suffisamment détaillés afin de permettre un contrôle de la qualité. Les essais de qualification initiaux doivent être rigoureux et doivent définir clairement les propriétés relevées par rapport aux caractéristiques du produit. Enfin, le mode opératoire de fabrication et le plan d'inspection et d'essai doivent suffisamment bien définir le procédé de sorte qu'une inspection efficace et approfondie puisse être réalisée. Les déviations au procédé doivent être cernées rapidement, et des essais supplémentaires doivent être réalisés afin d'en définir l'incidence. Un système robuste de traçabilité doit permettre à tous les matériaux touchés par une perturbation du procédé d'être cernés et isolés afin d'empêcher qu'ils entrent dans la chaîne d'approvisionnement.

Le défaut des éléments de se conformer aux normes et aux spécifications, faisant l'objet du présent rapport, découle directement de lacunes relatives au contrôle des procédés de fabrication. Ces non-conformités n'ont pas été cernées au moyen des protocoles établis du plan d'inspection et d'essai, soit pendant le contrôle de la production ou lors des essais d'acceptation du matériel.

Des améliorations aux normes actuelles de l'industrie sont recommandées afin de combler les écarts repérés entre les normes, les procédés de fabrication et le rendement escompté des composants (voir le tableau 2). Les exploitants et/ou distributeurs de pipelines devraient améliorer les spécifications des produits et être plus rigoureux en matière de traçabilité, de surveillance des procédés et d'essai des produits.

**Tableau 2. Stratégies d'assurance de la qualité des normes et règlements**

Lacune	Critère	Norme	Stratégies d'AQ
Plages limites non définies	Points visés et limites de la composition chimique	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.2, 5.6
Point non abordé dans les normes actuelles	Exigences de coulage des brames et lingots, identification des brames et traçabilité	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.2, 5.4
Point non abordé dans les normes actuelles	Exigences pour tôles, exigences d'essai, identification et traçabilité	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.2, 5.6
Point non abordé dans les normes actuelles	Exigences d'expédition et de manutention des tôles	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.2, 5.6
Point non abordé dans les normes actuelles	Traçabilité	CSA Z245.11-13	5.2, 5.4
Point non abordé dans les normes actuelles	Mode opératoire de fabrication	CSA Z245.11-13	5.2
Plan d'inspection et d'essai propre au produit non requis	Plan d'inspection et d'essai	CSA Z245.11-13	5.3
Divers écarts dans les essais des matériaux et les essais par lots	Rapport d'essai du matériel certifié (REMC)	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.8, 5.9, 5.10
Absence de contrôles de procédé spécifiques	Traitement thermique	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.3, 5.7, 5.8
Dépendance aux spécifications de l'acheteur	Exigences relatives à la commande des produits	CSA Z245.11-13 MSS SP-75 (2014)	5.1, 5.5

**Tableau 3. Acronymes**

Abréviation	Signification
ABSA	Alberta Boilers Safety Association
ADB	Avis (de la PHMSA)
API	American Petroleum Institute
AQ	Assurance de la qualité
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BPVC	Boiler & Pressure Vessel Code (de l'ASME)
BST	Bureau de la sécurité des transports (Canada)
CE	Carbone équivalent
CFR	Code of Federal Regulations
CQ	Contrôle de la qualité
CSA	Association canadienne de normalisation
DMOS	Descriptif de mode opératoire de soudage
END	Essai non destructif
HSLA	Acier haute résistance faiblement allié
IND	Inspection non destructive
ISO	Organisation internationale de normalisation
MO	Ordonnance de l'Office
MOF	Mode opératoire de fabrication
MSS	Manufacturers Standardization Society
ONE	Office national de l'énergie (Canada)
PGI	Programme de gestion de l'intégrité
PHMSA	Pipeline and Hazardous Material Safety Administration (États-Unis)
PIE	Plan d'inspection et d'essai
PRCI	Pipeline Research Council International
RAP	Registre d'agrément de procédé
REM	Rapport sur les essais des matériaux
REMC	Rapport d'essai du matériel certifié
SA	Avis de sécurité (de l'Office)
SGQ	Systèmes de gestion de la qualité
WPHY	Wrought Pipe High Yield (canalisation corroyée à haut rendement)

**Tableau 4. Définitions**

Terme	Définition	Source de la définition
<b>Analyse de la chaleur</b>	Analyse chimique présentée par le producteur d'acier comme étant représentative de la chaleur de l'acier.	CSA Z245.11-13
<b>Analyse du produit</b>	Analyse chimique faite sur un échantillon de raccord fini ou d'un matériau représentatif du raccord fini.	CSA Z245.11-13
<b>Analyse, chaleur</b>	Analyse chimique présentée par le producteur d'acier comme étant représentative de la chaleur de l'acier.	CSA Z245.1-14
<b>Analyse, produit</b>	Analyse chimique faite sur un échantillon de produit fini ou d'un matériau représentatif du produit fini.	CSA Z245.1-14
<b>Assemblage</b>	Action de réunir plusieurs pièces/éléments dans un produit fini, y compris notamment l'installation de toutes les pièces sous pression et des pièces régulatrices de pression nécessaires pour garantir la conformité aux exigences applicables en matière d'essais sous pression.	API Spec 6D
<b>Assurance de la qualité (AQ)</b>	Activité axée sur l'obtention d'une conviction concernant le respect des exigences de qualité. L'assurance de la qualité s'applique à tous les procédés utilisés pour produire des biens livrables.	INGAA-mai 2012
<b>Bobine-fille</b>	Quantité d'acier obtenue par re-fendage, découpage ou cisailage à partir de la bobine-mère et utilisée pour produire une ou plusieurs conduites.	CSA Z245.1-14
<b>Bobine-mère</b>	La totalité d'une bobine d'acier laminée à chaud à partir d'une seule brame réchauffée et qui peut être utilisée pour fabriquer un ou plusieurs tubes.	CSA Z245.1-14
<b>Certificat de conformité</b>	Document qui atteste que le produit a été fabriqué, échantillonné, contrôlé et inspecté conformément aux exigences de la présente norme (y compris l'année de la publication) et du bon de commande et qu'il a été jugé conforme aux exigences.	CSA Z245.1-14
<b>Complet</b>	Les registres complets sont des registres qui ont été finalisés, comment en fait foi la signature, la date ou toute autre marque appropriée.	ADB 12-06
<b>Conformité</b>	Respect des exigences documentées en vigueur.	
<b>Contrôle de la qualité (CQ)</b>	Activité conçue pour s'assurer que les exigences de qualité ont été satisfaites.	INGAA-mai 2012
<b>Contrôle de première production</b>	Le contrôle de première production est en fait un registre de la vérification de la conception et de l'historique de la conception et une méthode officielle permettant de fournir des mesures connues d'un procédé de fabrication connu.	
<b>Coulée</b>	Acier liquide prélevé d'un four de fusion.	CSA Z245.1-14
<b>Défaut</b>	Imperfection d'une taille supérieure aux critères d'acceptation spécifiés dans la présente norme.	CSA Z245.1-14, CSA Z662-15

Terme	Définition	Source de la définition
<b>Élément</b>	Composant de la tuyauterie, autre que la conduite, qui est sous pression	CSA Z662-15
<b>Étalonnage</b>	Réglage d'un appareil d'inspection non destructive sur une valeur de référence arbitraire.	CSA Z245.1-14
<b>Gestion de la qualité</b>	Activités coordonnées pour orienter et contrôler une organisation à l'égard de la qualité.	INGAA-mai 2012
<b>Imperfection</b>	Discontinuité ou irrégularité dans un matériau qui peut être détectée par inspection conformément aux exigences de la présente norme.	CSA Z245.1-14
<b>Indication</b>	Preuve obtenue par examen non destructif.	CSA Z662-15
<b>Inspection</b>	Évaluation de la conformité par observation et jugement accompagnée, si nécessaire, de mesurage ou d'essai.	
<b>Inspection, non destructive</b>	Inspection d'une conduite pour révéler les imperfections, au moyen de méthodes de contrôle radiographique ou par ultrasons ou d'autres méthodes qui n'impliquent ni perturbation, ni mise sous contrainte, ni rupture des matériaux. Remarque : L'inspection visuelle directe n'est pas considérée comme une forme d'inspection non destructive.	CSA Z662-15
<b>Nuance</b>	Caractéristique de la conduite basée sur l'élasticité. Note : la nuance est une mesure non dimensionnelle, elle est numériquement équivalente à la limite d'élasticité minimale précisée exprimée en mégapascals.	CSA Z245.1-14
<b>Pipeline</b>	Moyens pour transporter les produits pétroliers liquides ou gazeux, notamment les conduites, éléments et équipements connexes, y compris, sans s'y limiter, les vannes d'isolement utilisées dans les stations et autres installations.	CSA Z662-15
<b>Plan d'inspection et d'essai</b>	Description écrite d'un plan d'inspection qui peut comprendre des méthodes d'évaluation, des points d'arrêt, des exigences techniques propres au projet et les ressources, habituellement utilisés dans la fabrication.	
<b>Plan de qualité des activités PQA</b>	Document qui établit les marches à suivre, les qualifications minimales, les rôles et les responsabilités du personnel, les méthodes d'inspection et les exigences relatives à la tenue de registres pour les activités de construction. Le PQA a pour objet d'identifier les problèmes de qualité et les méthodes de contrôle.	
<b>Tôle</b>	Feuille métallique d'une épaisseur égale ou supérieure à 0,2300 po.	
<b>Raccord ordinaire</b>	Raccord fabriqué à l'intention du stock du vendeur ou du fabricant non lié à un bon de commande particulier. Raccord qui ne respecte pas un bon de commande particulier, mais qui est conforme à une ou plusieurs normes de l'industrie.	

Terme	Définition	Source de la définition
<b>Rapport sur les essais des matériaux (REM)</b>	Également appelé certificat de conformité avec une note qui renvoie à la norme CSA Z245 appropriée pour obtenir une définition.	CSA Z662-15, annexe P (à titre informatif) Lignes directrices pour l'élaboration de la qualification des méthodes de soudage
<b>Registre d'agrément de procédé (RAP)</b>	Registre des données enregistrées pendant le soudage des éprouvettes.	CSA Z662-15, annexe P
<b>Système de gestion</b>	Ensemble des politiques, des processus et des procédés utilisés par une organisation pour faire en sorte qu'elle s'acquitte de toutes ses tâches requises pour atteindre ses objectifs.	
<b>Système de gestion de la qualité (SGQ)</b>	Démarche systématique conçue pour gérer les objectifs, les politiques, les procédures et les processus d'une société à l'égard de la qualité. La gestion de la qualité est constituée de quatre familles d'activités principales, soit la planification de la qualité, l'assurance de la qualité, le contrôle de la qualité (CQ) et l'amélioration de la qualité.	(DNV GL) Improving Quality Management Systems (QMS) for Pipeline Construction Activities
<b>Système de gestion de la sécurité et des pertes</b>	Le système de gestion de la sécurité et des pertes est un processus systématique, exhaustif et proactif de la gestion de la sécurité et du contrôle des pertes associée aux activités pendant toute la durée de vie du réseau pipelinier.	CSA Z662-15
<b>Tôle</b>	Produit plat laminé utilisé pour fabriquer des conduites.	CSA Z245.1-14
<b>Tôle-fille</b>	Quantité d'acier obtenue par re-fendage, découpage ou cisailage à partir de la tôle-mère et utilisée pour produire une ou plusieurs conduites.	CSA Z245.1-14
<b>Tôle-mère</b>	Tôle d'acier laminée à chaud à partir d'une seule brique réchauffée et qui peut être utilisée pour fabriquer un ou plusieurs tubes.	CSA Z245.1-14
<b>Traçable</b>	Les registres traçables sont des registres qui peuvent être clairement liés à des renseignements originaux concernant un tronçon de pipeline ou une installation.	ADB 12-06
<b>Vérifiable</b>	Les registres vérifiables sont des registres dans lesquels les renseignements sont confirmés par de la documentation complémentaire et distincte.	ADB 12-06
<b>Vérification à la réception</b>	S'assurer que l'assembleur et le fabricant ont bel et bien reçu les biens entrants et que ces derniers sont conformes aux exigences du bon de commande.	API Spec 6D

**Tableau 5. Références**

Catégorie	Document	Titre
Norme	ASME BPVC-2013	ASME BPVC, Boiler and Pressure Vessel Code (édition de 2013)
Norme	ASME/ANSI B16.9	ASME/ANSI B16.9, Factory-Made Wrought Butt welding Fittings
Norme	API Spec 5L	API Spec 5L, Specification for Line Pipe, American Petroleum Institute (API), <a href="http://www.api.org">www.api.org</a>
Norme	API Spec Q1	API Spec Q1, Quality Management System Requirements for Manufacturing Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industries, American Petroleum Institute (API), <a href="http://www.api.org">www.api.org</a>
Norme	API Spec Q2	API Spec Q2-11, Quality Management System Requirements for Service Supply Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industries, First Edition (Spec Q2), American Petroleum Institute (API), <a href="http://www.api.org">www.api.org</a>
Norme	ASTM A370-13	ASTM A370-13, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products, 2013
Norme	ASTM A694	ASTM A694, Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Pipe Flanges, Fittings, Valves and Parts for High-Pressure Transmission Service
Norme	ASTM A991/A991M-10	ASTM A991/A991M-10, Standard Test Method for Conducting Temperature Uniformity Surveys of Furnaces Used to Heat Treat Steel Products
Norme	CSA Z245.1-14	CSA Z245.1 Tubes en acier pour canalisation
Norme	CSA Z245.11-13	CSA Z245.11-13, Raccords en acier
Norme	CSA Z662-15	CSA Z662-15, Réseaux de canalisations de pétrole et de gaz
Norme	ISO 9001	ISO 9001, Systèmes de management de la qualité; Organisation internationale de normalisation; Suisse, 2015, <a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>
Norme	MSS SP-75-2014	MSS SP-75-2014 High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fittings
Réglementation	ADB-09-01	PHMSA-2009-0148; <i>Pipeline Safety: Potential Low and Variable Yield and Tensile Strength</i> , Bulletin ADB-01, mai 2009.
Réglementation	IB16-018	Bulletin d'information de l'ABSA <i>Concerns about Carbon Steels with Low Toughness Properties</i> ; IB16-018, 25 novembre 2016.
Réglementation	MO-001-2016	Repérage de tuyaux et de raccords pouvant contenir des matériaux aux propriétés de qualité inférieure et Ordonnance MO-001-2016, 5 février 2016


Catégorie	Document	Titre
Réglementation	Avis de sécurité SA 2016-01A2 de l'Office national de l'énergie – Assurance de la qualité des matériaux utilisés dans les raccords de pipelines	L'avis de sécurité SA 2016-01A2 est une version modifiée (12 mai 2017) de l'avis SA 2016-01A émis le 12 avril 2016.
Réglementation	IB16-018	Bulletin d'information de l'ABSA <i>Concerns about Carbon Steels with Low Toughness Properties</i> , 25 novembre 2016.
Présentation		Barry Messer et Ted Hamre, <i>New Low Temp Impact Toughness Issues with Carbon Steel Piping Components</i> , 30 septembre 2014.
Présentation		Barry Messer, <i>Carbon Steel Low Toughness issues - CS Pipe forged flanges and fittings</i> , novembre 2015.
Présentation	Kirk Baker- Pipeline flanges & Fittings Substandard Properties-June 2016.pdf	Baker, Kirk pour Chevron, <i>Pipeline flanges &amp; Fittings Substandard Properties</i> ; API CSOEM, Washington, DC, juin 2016.
Article	DNVGL/PHMSA	Gould, Melissa J. (DNV GL), <i>Improving QMS for Pipeline Construction Activities</i> , préparé pour le MDT et PHMSA, 2015.
Article	Livre blanc de l'INGAA	INGAA, <i>Identification of Pipe with Low and Variable Mechanical Properties in High Strength, Low Alloy Steels (Energy Pipeline Industry Pipe Quality Action Plan September 2009)</i>
Article	Livre blanc de l'INGAA	INGAA, <i>Overview of Quality Management Systems – Principles and Practices for Pipeline Construction</i> , mai 2012
Article	Livre blanc de l'INGAA	INGAA, <i>Guidelines for Practical Implementation of a Construction Quality Management System</i> , juillet 2014
Article	PVP2014-28265	Paulin Research Group <i>et al.</i> , <i>Burst Test of B16-9 Welded Tees</i> , ASME PVP2014-28265, 2014.
Article	Bulletin technique du NCPWB, mai 2016	Sperko, Walter, <i>Risk of Brittle Fracture of Carbon Steel Piping During Hydrostatic Testing</i> , 2016, National Certified Pipe Welding Bureau
Article	Letter to the editor: Carbon steel piping, Chemical engineering	Huitt, Bill, <i>Letter to the editor: Carbon steel piping</i> , Chemical engineering, 1 <sup>er</sup> juillet 2016.
Article	Article d'Europipe	Kalwa, Dr. Ing Christoph, <i>et al.</i> , <i>High Strength Steel Pipes: New Developments and Applications</i> , conférence sur les pipelines terrestres, 10 et 11 juin 2002, Texas.
Rapport	BST P13H0107.pdf	Rapport d'enquête de pipeline P13H0107 – Rupture – TransCanada Pipelines Limited (près de Fort McMurray, Alberta), 17 octobre 2013.






## **ANNEXE A**

### **Analyse des lacunes**



Une analyse des lacunes a été réalisée afin de comparer les normes choisies à une liste de critères. Les critères sont les suivants :

- fabrication du matériel :
  - points visés et limites de la composition chimique;
  - carbone équivalent;
  - identification du traitement thermique;
  - exigences de coulage des brames, identification des brames et traçabilité;
  - exigences pour tôles, exigences d'essai, identification et traçabilité;
  - exigences d'expédition et de manutention des tôles;
  - traitement thermique;
  - mise en forme;
  - soudure;
  - essais hydrostatiques;
  - taille et dimensions;
  - exigences relatives aux nuances;
  - exigences relatives au marquage;
  - expédition et manutention;
- contrôle de la qualité :
  - exigences relatives à la commande des produits;
  - caractéristiques techniques relatives aux procédés du fabricant;
  - plan d'inspection et d'essai;
  - rapport d'essai du matériel certifié (REMC);
  - réception et identification du matériel;
  - examen non destructif (END);
  - défauts;
  - tests subséquents;
  - inspection finale;
- traçabilité.



La comparaison obtenue est présentée dans le tableau ci-après. Les processus de qualification de l'exploitant n'ont pas été pris en compte, tout comme la procédure liée au transport de gaz corrosif.

Les normes suivantes ont été respectées :

- CSA Z662-15 — *Réseaux de canalisations de pétrole et de gaz*
- CSA Z245.1-14 — *Tubes en acier pour canalisation*
- CSA Z245.11-13 — *Raccords en acier*
- MSS SP-75 (2014), *High Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting*

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Chemistry aim points and limits	7.5.2.1 Filler metals shall be as specified in CSA W48 or ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II Part C, or they shall have chemical and mechanical properties that are as specified in CSA C48 or ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II Part C, even though they were not specifically manufactured in accordance with either.	<b>6.1 General</b> Except as allowed by Clause 6.3.5.4, the methods, practices, and definitions pertaining to chemical analysis shall be in accordance with the requirements of ASTM A751.	<b>7.1 General</b> Except as otherwise required by this Standard, the methods, practices, and definitions pertaining to chemical analysis shall be as specified in ASTM A751	7.1 The determination of the chemical composition of each heat of steel used in meeting the requirements of Table 1 shall be determined by a product analysis controlled by the fitting manufacturer.
		14.3.1.2 Detailed material specifications shall be prepared for all unlisted materials...The material specifications for each material item (e.g., type and grade) shall comply with the requirements of ASME B31.3, Paragraph 323.1.2. The requirements shall include but are not limited to the following: a) chemical properties....	<b>6.3.1 General</b> The requirements for product analysis shall be as given in Table 5.		
		<b>Annex P Development and qualification and welding procedure specifications.</b> P.1.1 This Annex provides guidelines for acquiring welding data, application of the welding data and the preparation of welding procedure documentation... <b>P.3.1 General</b> ...Data acquisition, as a minimum, consists of the recording of all essential change information during the welding of the test coupons for the development of the PQR. The details of the materials used including grade and heat number, if applicable, shall be recorded so that <u>carbon equivalent</u> can be calculated and recorded on the PQR. In the absence of MTRs, it is acceptable to perform a <u>chemical analysis</u> of the test coupon(s).	<b>6.3.2 Frequency</b> Product analyses shall be conducted once per heat.	<b>7.3 Product analysis</b> For Grades 290 and higher, at a frequency of one test per heat, a product analysis shall be determined by the fitting manufacturer or the steel manufacturer. The requirements for product analysis shall be as specified in Table 6.	7.2 The choice and use of alloying elements for fittings made from high-strength, low-alloy steels to give the tensile properties that are prescribed in Table 2 shall be made by the manufacturer, and included and reported to identify the type of steel.
		7.1.9 For each joint of steel pipe of unknown origin to be used as permitted by Clause 5.6.4b, the <u>carbon equivalent</u> shall be determined using the formula in Clause 7.6.4.4 by means of <u>chemical analysis</u> prior to the assignment or development of an appropriate welding procedure.	<b>6.2 Heat Analysis</b> -The requirements for heat analysis shall be as specified in Table 5. [ <i>Table 5 stipulates:...where F is a compliance factor that depends on carbon content and shall be as given in Table 6. ] (Chemical composition limits for heat and product analyses)</i>		7.3 Carbon Equivalent shall be computed by one of the following equations....
	7.2.6 For the purpose of welding steel piping materials as specified in Clause 7.2.5, ...provided that the maximum <u>carbon equivalent</u> does not exceed that given in Table 7.1.				
	7.2.7 For welding steel piping materials having a specified minimum yield strength higher than 386 Mpa using welding procedure specifications qualified as specified in Clause 7.2.4 or 7.2.5, an increase in <u>carbon equivalent</u> of more than 0.05 from that of the material used for the procedure qualification shall be considered to be an essential change and shall necessitate requalification of the welding procedure specification or establishment and qualification of a new welding procedure specification.				

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting	
	CE calculation requirements	7.6.4.4 Base materials The following shall be specified for the base materials:...d)for base materials having a specified minimum yield strength higher than 386 Mpa, maximum carbon equivalent used in procedure qualification. The following formula shall be used for determining the <u>carbon equivalent (CE)</u> value....		7.2 Heat Analysis -The requirements for heat analysis shall be as specified in Table 6. <i>(Chemical composition limits for heat and product analyses)</i>		
		7.6.5 Essential changes for qualification of welding procedure specifications .....the <u>carbon equivalent</u> requirement shall apply to both the branch pipe and the run pipe.				
		Table 7.3 Essential changes for qualification of welding procedure specifications				
		7.9.10.2 Except where the qualified welding procedure specification provides otherwise,...Where the carbon equivalent value of the material being joined is in excess of 0.40, the second weld bead....	13.5.1 General...the specimens shall be made of material that has a carbon equivalent not more than 0.05% lower than that of the pipe on which repair welds will be made...			
		7.17.2.4 For all material grades, the maximum <u>carbon equivalent</u> of the base material used in procedure qualification shall be recorded in the procedure qualification records. An increase in the carbon equivalent of more than 0.02 from that of the material used for the welding procedure specification qualification shall be considered to be an essential change, and shall necessitate requalification of the welding procedure specification or establishment and qualification of a new welding procedure specification.				
		Table 7.10 Essential changes for qualification of welding procedure specifications (WPS) intended for welding on in-service piping				
		Table 12.3 Essential changes for qualification of welding procedure specifications				
		12.10.7 Repair procedures for steel distribution pipeline systems ...Repair procedures for steel distribution pipeline systems shall be as specified ...except as follows:...b) For pipe having a specified minimum yield strength of 317 Mpa or less, or pipe having a minimum yield strength greater than 317 MPa, up to and including 386 MPa, with a <u>carbon equivalent</u> of 0.30 or less, ....				
16.6.1 Carbon Equivalent For all material grades, the maximum <u>carbon equivalent</u> of the base material used in procedure qualification shall be recorded in the procedure qualification records.						

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
Raw Material		<p><b>16.6.2 Change in carbon equivalent</b> When steel piping materials with a <u>carbon equivalent</u> greater than 0.45 are being welded, an increase in <u>carbon equivalent</u> of more than 0.02 from that of the material used for the procedure qualification shall be considered to be an essential changes and shall necessitate requalification of the welding procedure specification or the establishment and qualification of a new welding procedure specification.</p>	<p>17.4 For each heat of steel supplied, the manufacturer shall furnish a report of the deoxidation practice, heat analysis, product analysis, and carbon equivalent values....</p>		<p>16.3 <b>Certified Material Test Report (CMTR)</b> A Certified Material Test Report shall be furnished listing the actual results of the chemical product analysis, including <b>carbon equivalent</b>.</p>
	<p>16.6.7 , (see note)</p>	<p><b>Annex K (Standards of acceptability for circumferential pipe butt welds based upon fracture mechanics principles)</b> K.3.1 Welding procedures...2)consideration should be given to the effects of changes in residual elements that are not included in the <u>carbon equivalent</u> formula.</p>			
	<p><b>Annex P Development and qualification and welding procedure specifications.</b> P.1.1 This Annex provides guidelines for acquiring welding data, application of the welding data and the preparation of welding procedure documentation...<b>P.3.1 General</b>...Data acquisition, as a minimum, consists of the recording of all essential change information during the welding of the test coupons for the development of the PQR. The details of the materials used including grade and heat number, if applicable, shall be recorded so that <u>carbon equivalent</u> can be calculated and recorded on the PQR. In the absence of MTRs, it is acceptable to perform a <u>chemical analysis</u> of the test coupon(s).</p>				
	Slab or Ingot Casting requirements; identification and traceability	<i>no mention</i>	4.4 Quality program The manufacturers of slab/billet, hot rolled coil/plate and pipe shall comply with the requirements of a nationally- or internationally recognized quality management system.	<i>no mention</i>	6. Materials -(The requirements listed do not include any steel manufacturing requirements, MTRs, ITPs, etc. for traceability)
			<p><b>5.3.1</b> Skelp widths for helical seam pipe shall not be less than 0.8 times or more than 3.0 times the pipe's specified outside diameter. <b>5.3.2</b> For welded pipe, a coil/plate rolling practice shall be defined and documented stating all critical variables (with tolerances) required to achieve the necessary mechanical properties in the finished pipe. The rolling practice shall be designed and controlled to ensure a suitable uniformity of properties along the entire length of plate/coil intended for manufacture of pipe and among the coil/plates rolled to the same rolling practice from the same heat lot.</p>	<i>no mention of plate or skelp</i>	

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Plate or skelp requirements; Plate or skelp testing requirements; Plate or skelp identification and traceability	5.2.2.4 Where Category II or III pipe at minimum design temperatures lower than -5C is required, proven notch toughness properties of longitudinal, helical, and skelp end welds shall be required of SAW welds for the deposited weld metal centerline location and the heat-affected zone (HAZ), and of electric welds for the weld zone location, in accordance with Clause 8.5 of CSA Z245.1 (notch toughness tests-weld).	5.3.3 The ability of the rolling practice to achieve the pipe mechanical properties shall be demonstrated by way of representative historic data and/or pre-production trials. For grades higher than Grade 359, if the coil/plate is purchased from an external supplier, the pipe manufacturer shall conduct an initial onsite technical audit of the coil/plate mill and periodic on-site or remote confirmation that the coil/plate rolling practice continues to achieve the planned results. Coil/plate rolling practice validation criteria shall be verified as part of the audit.	6.1 <b>Steelmaking process</b> Fittings shall be made from open hearth, electric furnace, or basic oxygen-process steel.	6. Materials -(The requirements listed do not include any steel manufacturing requirements, MTRs, ITPs, etc. for traceability)
	7.2.6.3.2 For pipe Grades 414 and higher, where both retests conform to the specified requirements and provided individual pipe traceability to mother coil/plate location, the manufacturer shall test additional lengths adjacent to (before, after and beside, as applicable) the initial failure within the mother coil or plate considering adjacent daughter coil(s) or plates(s) as applicable. Pipe testing shall continue until satisfactory results...surround the non-conforming section of the mother coil/plate. The pipes from the nonconforming section of mother coil/plate shall be rejected and the remainder of the pipe from the lot shall be accepted, including the initial test length (the length from which the initial test specimen was taken), provided that the following locations, as applicable, in such a length are subsequently tested and such retests conform to the specified requirements: a) where the length does not contain a skelp end weld, both ends of the length; or b) where the length contains a skelp end weld, both ends of the initially test portion of the length.	12.2.1.2 Electric-welded pipe produced from single lengths of plate skelp shall additionally have the weld seam at the pipe ends inspected for at least 200 mm by manual ultrasonic methods or by other methods agreed on by the purchaser and the manufacturer.	17.3 Where specified in the purchase order, the manufacturer shall furnish a report of the type of skelp rolling mill used.		
	Plate or skelp shipping and handling requirements	<i>no mention of requirements</i>	17.4 For each heat of steel supplied, the manufacturer shall furnish a report of the deoxidation practice, heat analysis, product analysis, and carbon equivalent values....In addition, the report shall identify the name and location of facilities used for pipe manufacturing, plate/coil rolling and steelmaking.	<i>no mention of requirements</i>	<i>no mention of requirements</i>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
			17.6 For each lot supplied, the manufacturer shall furnish a report of the applicable tensile properties		
	Manufacturer Procedure Specifications (MPS) requirements	<i>references to welding procedure specifications but not Manufacturer Procedure Specifications (MPS)</i>	<i>no references</i>	<i>references to welding procedure specifications but not Manufacturer Procedure Specifications (MPS)</i>	14. 1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented <u>MPS</u> . If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the <u>MPS</u> has been accepted by the purchaser. The <u>MPS</u> shall specify ...
		<i>No references to ITP</i>	<i>No references to ITP, CMTR or MTR</i>	<i>No references to ITP, CMTR or MTR</i>	16.2 ITP The inspection and testing to be performed during qualification and production shall be as summarized in Sect 16.2.1 below...
		(Annex) P.5.3 WPS content...In order for a WPS to be complete, it shall include PQRs and all applicable supporting documentation, including nondestructive inspection reports, lab reports and <u>MTR</u> .	17.1 The manufacturer shall furnish a certificate of compliance for each order item. Note: A single document containing certificate of compliance information and test report information may be used.	15.1 The manufacturer shall furnish a certificate of compliance for each order item.	16.3 <b>Certified Material Test Report (CMTR)</b> A CMTR shall be furnished listing the actual results of the chemical product analysis, including CE...; mechanical properties of each lot of steel and tensile strength of weld (if applicable)...; ...heat treatment used including temperatures...; NDE...; and any special or supplemental tests required by the purchase order.....
	Inspection and Test Plan (ITP) and Certified Material Test Report (CMTR) requirements	(Annex) <b>N.5 Integrity management program records</b> N.5.1 Operating companies shall prepare and manage records related to pipeline system design, construction, operation, and maintenance that are needed for performing the activities included in the integrity management program. Items to be considered for inclusion in such records shall include the following, as appropriate for the type of pipeline system...e) <u>material test reports</u> ...	17.2 Where specified in the purchase order, the manufacturer shall furnish a report of the steelmaking process and casting method used.	15.2 Where specified in the purchase order, for grades lower than Grade 290, the manufacturer shall furnish a report of the heat analysis for each heat of steel supplied. For each heat analysis, the elements reported shall include carbon, manganese, phosphorous, sulphur and silicon. 15.3 ...for grades 290 and higher....	
		10.1.1 Engineering assessments of existing pipeline system shall be conducted and documented ... and the analysis shall include consideration of the following, as applicable:...b) <u>material specifications</u> and properties...	17.3 Where specified in the purchase order, the manufacturer shall furnish a report of the type of skelp rolling mill used.	15.3 Where specified in the purchase order, for Grades 290 and higher, the manufacturer shall furnish a report of the product analysis and the carbon equivalent value for each heat of steel supplied. For each heat analysis, the elements reported shall include each of the elements specified in Table 6.	<b>16.4 Rejection</b> Each fitting in which injurious defects are found during shop or field fabrications may be rejected, and the manufacturer shall be notified.
			17.4 For each heat of steel supplied, the manufacturer shall furnish a report of the deoxidation practice, heat analysis, product analysis, and carbon equivalent values....In addition, the report shall identify the name and location of facilities used for pipe manufacturing, plate/coil rolling and steelmaking.	15.4 Where specified in the purchase order, the manufacturer shall furnish a report of the results of any of the mechanical tests ...specified by the purchaser to be reported.	<i>see additional notes on CMTR ....Appendix X1 for Supplementary Requirements (not applicable to product furnished to this standard Practice, except when specified on the purchase order...), including SR-19 through SR-22.</i>



Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Material receiving and identification	<p>6.5 Inspection 6.5.1 The provisions in Clause 6.5 shall apply, as appropriate, during the period of time from the receipt of materials to the completion of installation; such provisions shall also apply to prefabricated assemblies..6.5.2.1 The company shall perform inspections to ensure that the requirements of this Standard are met. 6.5.2.2 The company shall have documented procedures for conducting inspections. Note: These procedures should include a) the number and type of inspectors; b) the number and type of field and shop measurements; c) the relevant reporting and record requirements; and d) documentation outlining the roles, responsibilities, minimum qualifications, duties, and tasks of inspectors. 6.5.4 Pipe and components shall be inspected for defects. Such inspection shall include, but not limited to, inspection for flattening, ovality, straightness, pits, slivers, cracks, gouges, dents, defective weld seams, and defective field welds...</p>	<i>no mention</i>	<i>no mention</i>	6.Materials -includes description of acceptable steel but no documentation/traceability addressed.
	Forming	<i>no references to forming processes</i>	<p><b>11.5.10 Geometric Deviations</b> Geometric Deviations from the normal cylindrical contour of the pipe within 200 mm of each pipe end that occur as a result of the pipe-forming process or manufacturing operations (e.g., flat spots or peaks) shall not exceed 3 mm, measured as the gap between the extreme point of the deviation and the prolongation of the normal contour of the pipe.</p>	<p>6.4 Forming and Heat-treating processes</p> <p>12.1.4.1 Tees manufactured by <u>cold-forming</u> methods shall be liquid penetrant or magnetic particle inspected using methods specified in ASTM E165 or ASTM E709, respectively. Such inspection shall be performed after the final heat treatment. Tees so inspected shall comply with Appendix 6 or 8, whichever is applicable, of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	<p>14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable...b) For fitting manufacture:: 1) <u>Forming</u> method.....</p> <p>14.2 Fittings may be made by <u>forging</u>, hammering, pressing, piercing, rolling, extruding, upsetting, welding, or by a combination of these operations. The forming procedure shall be so applied that it will not produce injurious defects in the fittings.</p> <p><b>15.3 Magnetic Particle or Liquid Penetrant Examination</b> All butt-weld tees manufactured by cold-forming method(s) shall be subjected to magnetic particle or liquid penetrant examination. This examination shall be performed after final heat treatment. ....</p>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting	
Welding		4.3.18 Pressure design for components		<p><b>1.1 General</b> This Standard covers wrought steel butt-welding fittings, including extruded headers and factory-produced bends, primarily intended for use in oil or gas pipeline systems.</p>	<p>1.3 The term "welding fittings" applies to butt-welding fittings such as elbows, segments, of elbows, ....Girth weld requirements are... covered by the applicable ASME B31 code....</p>	
		4.3.19 Pressure design for components — Reinforcement of single openings		<p><b>4.2 Weldability</b> Fittings shall be capable of being welded in accordance with CSA Z662 when using welding procedure specifications that comply with that Standard.</p>	<p>5.1 Unless otherwise agreed upon as per Section 2.3, welding fittings shall be capable of withstanding a hydrostatic test pressure as specified in Section 2.2; however, hydrostatic testing by the manufacturer is not required.</p>	
		6.2.4 Alignment and welding		<p>6.3.1 Fittings shall be made (a) using welding procedure specifications qualified in accordance with the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX and (b) by welders or welding operators qualified in accordance with the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX.</p>	<p>6.1 The steel shall be fully "killed" and made using...Steel shall be suitable for field welding to other fittings, flanges, and pipe manufactured to applicable specifications listed in the ASME B31 Codes.</p>	
		7 Joining 7.1 General 7.1.1 ... Clause 7 covers the requirements for joining pipes, components, and non-pressure-retaining attachments to piping by means of arc welding, gas welding, and mechanical methods.		<p><b>4.2.1 Weldability</b> In general, the weldability of pipe depends on the pipe's chemical and mechanical properties, the pipe end dimensions, the welding procedure, and the welding conditions. Pipe shall be capable of being welded when the welding procedures are in accordance with the requirements of CAN/CSA Z662.</p>	<p>6.3.2 For Category II fittings, the welding procedure qualification tests shall include Charpy V-Notch impact tests of both the weld metal and the heat-affected zone. Specimen location and orientation shall be as specified in .....</p>	<p>6.3 The steel used shall be suitable welding-quality carbon steels or of a suitable welding-quality high-strength, low-alloy steel.</p>
		10.10.6 Weld imperfections in field circumferential welds			<p>11.4.3 Butt welds shall have full penetration. Backing rings shall not be used. For submerged arc welds, welding shall be done with at least one pass from the inside. However, where inaccessibility makes such welding impracticable, a manual or machine root bead shall be employed, provided that a visual inspection of the root bead is performed.</p>	<p>12.1 One of the principles of this Standard Practice is the maintenance of a fixed position for the welding ends with reference to the center line of the fittings or the overall dimensions, as the case may be....</p>
				<p><b>5.4 Pipe manufacture</b> 5.4.1 For submerged-arc-welded pipe, at least two weld passes shall be used, with at least one pass made from the inside and at least one pass made from the outside....</p>		<p>13. Tolerances for Welding Fittings</p> <p>14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable...a) For starting material: ...2) Welding NDE results, if not completed by the fitting manufacturer; b) For fitting manufacture:.. 2) welding procedure specification and approval record, if applicable,...</p>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
		10.10.7 Weld imperfections in mill seam welds and mill circumferential welds	<p><b>8.6 Hardness tests</b> For electric-welded pipe, hardness testing of the weld zone and the parent metal shall be conducted at the frequency of one test per welding shift...</p>	11.5.3 The repair of fittings by welding....	<p>14.4.1 Seam-welded pipe that is made in accordance with an ASTM or API Specification shall comply with the welding requirements of the applicable material specification. All other welds, including those used in the manufacture of other pipe or cylinders shall be made by welders, welding operators, and welding procedures qualified in accordance with the provisions of Section IX of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Qualified Welding Procedure Specification (WPS) and Procedure Qualification Records (PQR) shall be available for review or acceptance by the purchaser, if requested.</p> <p>14.4.2 The joints shall be furnished in accordance with the requirements of Paragraph UW-35 (a) of Section VIII, Division 1 of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code.</p> <p><i>14.4 see additional notes on Welding Fabrication....Appendix X1 for Supplementary Requirements (not applicable to product furnished to this standard Practice, except when specified on the purchase order...), including SR-1 Longitudinal-Bead Underbead Cracking Test in accordance with Appendix X2. Tests shall be performed on each heat of material (either from the starting material or a fitting)....Appendix X2 Longitudinal-Bead Underbead Cracking Test...Appendix X3 Recommendations for Segmenting...</i></p>
			<p>5.4.4 The weld zone of electric-welded pipe shall receive a normalizing heat treatment or a continuous in-line heat treatment, with a minimum temperature of 620C that will control the structure so that the mechanical properties in the heat-affected zone approximate those of the parent metal. The macrohardness of the heat-affected zone shall not exceed 24 HRC or an equivalent value obtained by conversion from another macrohardness scale in accordance with the requirements of ASTM E140.</p>	<p><b>6.4 Forming and Heat-treating processes</b></p>	<p>4.2.1 Fittings that have the same basic design configuration and method of manufacture shall be selected from production for testing and shall be identified as to material, grade, and lot, including <b>heat treatment</b>. They shall be inspected for dimensional compliance to this Standard Practice.</p> <p>6.1 The steel shall be fully "killed" and made using recognized melting practices to provide intended heat-treat response ....Steel shall be suitable for field welding to other fittings, flanges, and pipe manufactured to applicable specifications listed in the ASME B31 Codes.</p>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Heat treating	<p>4.3.19 g) Where reinforcements are used that cover the weld joining the branch and run pipes, a vent hole shall be provided in the reinforcement to reveal leakage and to provide venting during welding and heat-treating operations. Vent holes shall be plugged during service to prevent crevice corrosion between the pipe and reinforcements; such plugging materials shall not be capable of sustaining pressure within the crevice.</p>	<p>5.4.5 Heat-treated pipe shall be identified in accordance with the requirements of Clause 15.2</p>	<p><b>8.1 General</b> Where specified by Clauses 6.4, 6.5.4, of 11.5.3(e), the fittings shall be heat treated using one or more of the procedures specified in Clauses 8.2 to 8.5.</p>	<p>8.2 ...If the fittings will be exposed to an assembly Post-Weld Heat Treatment (PWHT) or a field PWHT and the PWHT temperature is higher than the final tempering temperature for the fitting, additional tensile testing shall be requested by the purchaser to ensure the fitting meets the requirements of Section 8 after the PWHT thermal cycle.</p>
		<p><b>8.2 Stress Relieving</b> Fittings shall be heated to a suitable temperature below the transformation range, but not less than 540C; held at this temperature for a minimum of 1hr per 25 mm of maximum thickness, but not less than 0.5 h; and cooled in the furnace or in air.</p>	<p>9.1 All fittings shall be furnished in a heat treated condition done by a trained operator. Hot formed fittings shall be cooled below the lower critical temperature prior to heat treatment. ....</p> <p>9.1.1 <b>Stress Relieving</b> Stress relieving shall be limited only to guide bar welds unless otherwise agreed upon between the manufacturer and the purchaser. Fittings shall be heated to a suitable temperature below the transformation range, but not less than 1000f, holding at temperature for not less than one hour per inch of maximum thickness, but never less than one-half hour and cooling in the furnace or in air.</p>		
		<p><b>8.3 Normalizing</b> Fittings shall be uniformly heated above the transformation range, held at this temperature for a sufficient time to achieve uniform temperature throughout the mass, and cooled in air.</p>	<p>9.1.2 <b>Normalizing</b> Fittings shall be uniformly reheated above the transformation range (austenite range)...</p>		
		<p><b>8.4 Normalizing and tempering</b> Fittings shall be normalized as specified in Clause 8.3; tempered by reheating to a temperature below the transformation range, but not less than 540C; held at this temperature for a minimum of 1 h per 25 mm of maximum thickness, but not less than 0.5 h; and cooled in the furnace or in air.</p>	<p>9.1.3 <b>Normalizing &amp; Tempering</b> Fittings shall be normalized in accordance with Section 9.1.2. They shall then be tempered by reheating to a temperature below the transformation range, but not less than 1000F, held at temperature for a minimum of one hour per inch of maximum thickness, but not less than one-half hour and cooled in the furnace or in air.</p>		
		<p><b>8.5 Quenching and tempering</b> Fittings shall be uniformly heated above the transformation range; held at this temperature for a sufficient time to achieve uniform temperature throughout the mass; immediately immersion-quenched in a suitable liquid medium; and tempered as specified in Clause 9.4. Quenching facilities shall be of sufficient size and equipped to ensure proper cooling.</p>	<p>9.1.4 <b>Quenching &amp; Tempering Fittings</b> shall be uniformly reheated above the transformation range, held at temperature sufficient to achieve uniform temperature throughout the mass and immediately immersion quenched in a suitable liquid medium. They shall then be reheated and tempered per Section 9.1.3. Quenching facilities shall be of sufficient size and equipped to assure proper and uniform cooling.</p>		

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
		<p><i>numerous references to post weld heat treatment</i></p>	<p>12.1.3 Pipe shall be nondestructively inspected in the same heat-treatment condition as the finished bare metal pipe. Note: Pipe that has been subjected to a quench-and-temper heat treatment will in some cases require nondestructive inspection to ensure freedom from quenching cracks.</p>	<p><b>Annex B</b> - Recommended practice for the calibration and survey of heat-treating equipment</p>	<p>9.2. <b>Heat treat procedures</b> Heat treat procedures shall be available for review at the facility and shall include requirements for furnace temperatures and soak times at temperature. For quench treatments, cooling medium temperature before and after quench shall be controlled along with time to the quench tank. Cooling medium temperature and agitation should be considered to ensure proper cooling rate based on maximum mass being heat treated. ...</p> <p>9.3 <b>Heat Treat Records</b> A record of each heat treat load shall be recorded and reviewed for consistency to previous loads of the same lot. Records, at a minimum, include furnace number, date, heat codes of all pieces in the load, procedure used, order number and part descriptions.</p> <p>14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable... b) For fitting manufacture:... 3) Heat treatment procedure including thermal cycles,...</p> <p>14.4.8 Weld metal used in the construction of fittings shall be suitable to meet the tensile-strength and notch toughness requirements of Sections 8 and 11 when heat treated in accordance with Section 9.</p> <p>16.3 Certified Material Test Report (CMTR) A CMTR shall be furnished listing ...heat treatment used including temperatures....and any special or supplemental tests required by the purchase order.....</p> <p><i>see additional notes on PWHT....Appendix X1 for Supplementary Requirements (not applicable to product furnished to this standard Practice, except when specified on the purchase order...), including SR-16, SR-20.</i></p>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Hydrostatic pressure testing	<i>see also pressure testing</i>	<b>9.1 Mill hydrostatic testing requirements</b> Except as allowed by Clause 14, each length of pipe shall withstand, without leakage, a mill hydrostatic test to the minimum pressure required by Clause 9.4 or to a higher minimum test pressure specified in the purchase order.	<i>Term used is Pressure Test. See Section 4.3 for Pressure rating.</i>	2.2 All fittings produced in accordance with this Standard Practice shall be designed to withstand a field hydrostatic test pressure, after installation, at a pressure level equivalent to that required to develop a hoop stress equal to the specified minimum yield strength for pipe of equivalent grade and wall thickness based on Barlow's formula....
		4.2.2.1 The design temperature range for each segment of the pipeline system shall be specified by the designer for the conditions expected during installation, <u>pressure testing</u> , start-up, and operation...	<b>9.2 Test duration</b> Test pressures for all sizes of seamless pipe and for welded pipe in sizes 457 OD or smaller shall be held for not less than 5 s. Test pressures for welded pipe larger than 457 OD shall be held for not less than 10 s.	4.3.2 After installation, fittings shall be capable of withstanding the pressure test at a pressure level required to develop a hoop stress equal to the specified minimum yield strength for pipe of equivalent grade and wall thickness attached to the fitting. or at a higher pressure level specified in the purchase order, without failure, leakage, or impairment of serviceability or mechanical properties.	4. Design Proof-Test ....4.3 The test fluid shall be water or other liquid. Hydrostatic pressure shall be applied to the assembly. At least three (3) proof tests for each fitting, joint size, or configuration are recommended.
		4.2.3 Sustained force and wind loading The weight of pipe, components, contents, insulation cover, wind loading, and other sustained forces shall be considered in stress analysis for the various piping support circumstances encountered during <u>pressure testing</u> and operation.	9.3 Verification of test	5 <b>The Design Proof Test</b> 5.4 The test fluid for the hydrostatic proof test shall be water or another appropriate liquid. ...the hydrostatic pressure shall be applied until the fitting ruptures or until the pressure in each part of the assembly is at least 105% of the adjusted proof test pressure....	4.4 it is not necessary to conduct an individual test of fittings with all combinations of sizes,....
		6.2.8 Internal Cleaning Prior to pressure testing, the completed pipeline sections shall be cleaned of construction debris and foreign matter.	9.4 Test pressures		4.4.1 One test fitting may be used to qualify similarly proportioned fittings with a size range....
		8. Pressure Testing	Table 1 Minimum hydrostatic test pressure	5.5 It shall not be necessary to conduct an individual test of fittings with all combinations of size, wall thickness, and grade. ....	5.1 Unless otherwise agreed upon as per Section 2.3, welding fittings shall be capable of withstanding a hydrostatic test pressure as specified in Section 2.2; however, hydrostatic testing by the manufacturer is not required.
		8.7.7 Pressure-test measurements and records			14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable...a) For starting material: ...2) Welding <u>NDE</u> results, if not completed by the fitting manufacturer...
		6.2.3 Bends and elbows in steel piping. For steel piping, changes in direction may be made by the use of bends or elbows, or both, subject to the following limitations:...d) Circumferential welds that are subject to stress during bending shall be <u>nondestructively</u> inspected after bending.	11.1 Inspection Pipe shall be inspected visually or by a combination of visual and <u>nondestructive</u> methods to detect defects and determine compliance with the dimensional and work quality requirements.	Section 12 Non-destructive inspection	15. <u>NDE</u> (15.1 Radiographic Examination, 15.2 Magnetic Particle or Ultrasonic Examination, 15.3 Magnetic Particle or Liquid Penetrant Examination)
		6.2.11.4 Evaluation of pipe and coating integrity shall include a) prior to pull back, visual and <u>nondestructive</u> inspection of all girth welds....b)visual inspection of the pipe and coating for damage where it exits the drill hole upon completion of the pull back; and c)post-installation pressure test of the drag section ...Note: Consideration should be given to a) pre-test of the drag section; b) post-installation coating survey; and c) in-line inspection.			

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Non destructive Examination	<p>6.5.12 Where necessary and as appropriate, <u>nondestructive</u> inspection of piping shall be performed using one or more of the following: a) radiographic inspection of welds...b)ultrasonic inspection of welds...c)ultrasonic inspection of pipe...d)electrical inspection of protective coatings; e)inspection using internal inspection devices; and f)other methods capable of achieving appropriate results.</p>		<p>12.1.1 Radiographic inspection - Except as allowed by Clause 12.1.2, all seam welds shall be radiographically inspected throughout their entire length and shall comply with Paragraph UW 51 of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	
		<p>7.2.5 For other than partial-penetration butt welds, welding procedure specifications that are established and qualified as specified in the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section IX may be used, provided that ...b) the methods of visual and <u>non-destructive</u> inspection as specified...</p>		<p>12.1.2 Ultrasonic inspection - Where approved by the purchaser, welds may be ultrasonically inspected. Welds so inspected shall comply with Appendix 12 of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	
		<p><b>7.6 Arc and gas welding-Qualification of welding procedure specifications</b> 7.6.1 ...prior to the start of production welding, welding procedure specifications shall be established as specified ..and shall be qualified by the production of welds that are made as specified..and that meet the applicable destructive testing requirements..and the applicable <u>nondestructive</u> inspection requirements specified for production welds...</p>		<p>12.1.3 Liquid penetrant or magnetic particle inspection - Where specified in the purchase order, liquid penetrant or magnetic particle inspection of all accessible weld surfaces shall be performed after final heat treatment. Welds so inspected shall comply with Appendix 6 or 8, whichever is applicable, of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	
		<p><b>7.10 Arc and gas welding-Inspection and testing of production welds</b> 7.10.1.3 Welds that are <u>nondestructively</u> inspected using ultrasonic methods shall be visually inspected as specified...7.10.1.4 The company shall have the right to inspect production welds <u>nondestructively</u> or by removing them and conducting mechanical tests. Such inspections may be made during or after welding, or both.</p>		<p>12.1.4.1 - Tees manufactured by cold-forming methods shall be liquid penetrant or magnetic particle inspected using methods specified in ASTM E165 or ASTM E709, respectively. Such inspection shall be performed after the final heat treatment. Tees so inspected shall comply with Appendix 6 or 8, whichever is applicable, of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	
		<p>7.10.3 Mandatory nondestructive inspection...</p>		<p>12.1.4.2 - The side wall on both sides of the tee shall be inspected in a circular area, as shown in Figure 5. Internal and external surfaces shall be inspected where size permits accessibility.</p>	
		<p>7.10.4 Nondestructive inspection 7.10.4.1 Methods In selecting methods of <u>nondestructive</u> inspection, the company shall consider the a) nature of imperfections that can results from the welding processes to be used; b) capability of the <u>nondestructive</u> inspection methods to detect such imperfections; and c) accuracy of indication, interpretation, and evaluation possible with such <u>nondestructive</u> inspection methods. The <u>nondestructive</u> inspection procedures used shall be documented and approved by the company...</p>		<p>12.2.1 - Welds that have not been radiographically or ultrasonically inspected by the pipe manufacturer shall be inspected throughout their entire length after bending and shall comply with Paragraph UW 51 or Appendix 12, whichever is applicable, of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
		<p>7.11 Arc and gas welding-Standards of acceptability for nondestructive inspection...7.11.1.2 Right of rejection Since nondestructive inspection methods generally give only two-dimensional results, the company may reject welds that appear to meet these standards of acceptability where, in its opinion, the depth, location, or orientation of imperfections can be significantly detrimental to the structural integrity of the welds.</p>	<p>12 Nondestructive inspection ...</p>	<p>12.2.2 - Where specified in the purchase order, liquid penetrant or magnetic particle inspection shall be performed on both the inside and outside bend radii. The mill scale shall be removed from the areas to be inspected. Bends so inspected shall comply with Appendix 6 or 8, whichever is applicable, of the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1.</p>	<p>15.3 ...<u>Nondestructive examination</u> personnel and procedures shall be qualified in accordance with ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V.</p>
		<p>7.17.7 <u>Nondestructive</u> inspection of welds made on in-service piping</p>			
		<p>7.17.7.1 Welds (including those in branch connections) made on in-service piping shall be nondestructively inspected for defects upon completion of welding using magnetic particle inspection and, where appropriate, ultrasonic inspection. The company shall consider the risk of delayed cracking and determine whether a) the nondestructive inspection shall be repeated after a suitable delay to allow for the detection of delayed cracking; and b) special measures such as pressure reduction and support of the connection shall be taken to prevent propagation of such cracks until the second inspection is complete. Procedures for magnetic particle inspection and ultrasonic inspection should be as specified in the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V, Articles 7 and 4, respectively...</p>			
		<p>8.5.3 All welds in new test-head assemblies and all welds that join test-head assemblies to the pipe to be tested shall be ...b)nondestructively inspected i) for 100% of their lengths...</p>			<p>16.3 Certified Material Test Report (CMTR) A CMTR shall be furnished listing ...<u>nondestructive examination</u> reports as applicable, Section 15; and any special or supplemental tests required by the purchase order.....</p>
		<p>8.5.5 Prior to each use, the test-head assembly shall be visually inspected for conformance with the applicable requirements...Note: if the test-head assembly was previously subjected to abnormal loading, consideration should be given to pressure testing the test-head assembly or <u>nondestructively</u> inspecting any affected portion.</p>			
<p>10.10.6 Weld imperfections in field circumferential welds.</p>					



Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
Component Manufacturing		<p><b>10.10.7 Weld imperfections in mill seam welds and mill circumferential welds...</b>Mill seam welds and mill circumferential welds that are found, after the piping has been placed in service, to be unacceptable on the basis of the requirements of the current applicable standard or specification shall undergo <u>nondestructive</u> inspection to determine the extent of the deviations from the standard of acceptability. Such an inspection shall employ an appropriate <u>nondestructive</u> inspection method (or a combination of methods) that is capable of detecting cracks...</p> <p>11.26.11 Records The following records shall be maintained for an appropriate period of time: ...e) <u>nondestructive</u> inspection data...</p> <p><b>P.5.3. WPS content</b> ...In order for a WPS to be complete, it shall include PQRs and all applicable supporting documentation, including <u>nondestructive</u> inspection reports, lab reports and MTR.</p>			
	<p>4.5.4.3 Mechanical interference fit joining methods shall be used only on electric-welded or seamless pipe. Note: When ordering plain-end pipe that will subsequently be subjected to plastic deformation in preparation for mechanical interference fit joining, designers should consider supplementing the pipe purchase specification with additional requirements, such as the following: a) tighter dimensional tolerances; b) ductility tests or increased minimum elongation requirements for tensile tests; c) limits on the inside and outside height of the weld flash of electric-welded pipe; and d) an upper limit on yield strength.</p>	<p>4.1.1... Notes: 1) The relationship between pipe dimensions, weight classes, and schedule numbers for pipe up to 323.9 mm OD is given in Annex A</p> <p><b>7.5.2.1 (Electric-welded pipe) General</b> Root guided-bend test specimens shall be in accordance with the dimensional requirements of Figure 2 and....</p>	<p>4.1.1.2 For bends, in addition to the requirements of..., the following information shall be included in the purchase order: ...b) the dimensions and grade of any straight pipe supplied by the purchaser for bending.</p> <p>4.1.3 <b>Additional requirements</b> Where applicable, the purchase order shall include information concerning the following items, which are subject to agreement between the purchaser and the manufacturer: ...c)dimensions and tolerances of non-standard fittings...</p>	<p>4.2.1 Fittings that have the same basic design configuration and method of manufacture shall be selected from production for testing and shall be identified as to material, grade, and lot, including heat treatment. They shall be inspected for dimensional compliance to this Standard Practice.</p>	
	<p>4.8.8 Specified dimensions of pipe and fittings shall be used in flexibility calculations.</p>		<p>5.2 Fittings selected for test shall be representative of production; Identified as to material, grade, lot, and heat-treatment state; and inspected for dimensional compliance with this Standard.</p>		
	<p>Table 5.3 ...For NPS 24 and smaller flanges, the dimensional requirements of ASME B16.5 shall be met. For NPS 26 to NPS 60 flanges, the dimensional requirements of ASME B16.47 (Series A) shall be met.</p>	<p><b>10.1.1</b> Standard values for outside diameters for pipe from 21.3 to 48.3 mm and the corresponding standard wall thickness shall be as given in Table 1. <b>10.2</b> Outside Diameter Outside diameters shall be within the tolerances specified in Clauses 11.4.1 and 11.4.2</p>	<p>5.5 It shall not be necessary to conduct an individual test of fittings with all combinations of size, wall thickness, and grade. Provided that the untested fitting has a t/D ratio from 0.5 to 3.0 times the t/D ratio of the test fitting, a successful proof test on one fitting shall be allowed to represent other fittings, as follows: a) fittings of similar design that are not smaller than one-half or larger than twice the size of the test fitting, provided that for tees and crosses the dimensions and tolerances are as specified in Tables 2 to 5...</p>	<p><b>12 Fitting Dimensions</b> 12.1 One of the principles of this Standard Practice is the maintenance of a fixed position for the welding ends with reference to the center line of the fittings or the overall dimensions, as the case may be. Dimensional standards for fittings NPS 16 and larger are shown in Tables 3 through 9. Dimensional standards and tolerances (including minimum wall thickness of 871/2%) for NPS 14 and smaller sizes are contained in ASME B16.9.</p>	
	<p>5.2.9.2 Fittings having nonstandard <u>dimensions</u> may be used, provided that they are designed in accordance with the same</p>		<p>10.1 Standard dimensions and tolerances</p> <p>10.2 Non-standard dimensions and tolerances</p>	<p><b>13.1 Tolerances</b> The tolerance for fittings NPS 15 and larger ...</p>	

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Sizing and dimensions	principles as standard fittings and are capable of withstanding the same tests.	10.3 Wall thickness	10.3 Wall thickness Tolerances	<b>13.2 Wall thickness</b> The minimum wall thickness may be 0.01 in. under the nominal thickness....
		10.1.1 Engineering assessments of existing pipeline systems shall be conducted and documented in accordance with the requirements of Clause 3.3 and the analysis shall include consideration of the following, as applicable: ... f) condition of the piping, including types of imperfections, <u>dimensions</u> , and <u>dimensional uncertainty</u> ...	11.1 Inspection Pipe shall be inspected visually or by a combination of visual and nondestructive methods to detect defects and determine compliance with the dimensional and work quality requirements.	<b>11.1 Plant inspection</b> The finished fitting shall be free, both internally and externally, of loose mill scale, foreign matter, oil, and grease, and shall be clean and dry for final inspection. Each fitting shall be visually inspected to detect defects and to determine compliance with the dimensional and work quality requirements.	14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable...a) For starting material: ...1) Product form (seamless or welded) and dimensions... b) for fitting manufacturer:...5) Inspection, dimensions and test requirements...
			<b>11.4 Tolerances on dimensions and mass...</b>		
		N.13.2.2 An engineering assessment ... may be performed to establish that indications of imperfections are not associated with defects and shall take the following additional items into consideration: a) knowledge and experience of the performance capabilities and limitations of the inspection method; b) the types of imperfection that might correspond to the reported indications; c) the accuracy of reported <u>dimensions</u> and characteristics needed for evaluating such imperfections; d) the likelihood of unreported defects (e.g., cracking) being associated with an imperfection indication; e) the piping design and material properties; and f) service conditions.	11.5.10 <b>Geometric Deviations</b> Geometric Deviations from the normal cylindrical contour of the pipe within 200 mm of each pipe end that occur as a result of the pipe-forming process or manufacturing operations (e.g., flat spots or peaks) shall not exceed 3 mm, measured as the gap between the extreme point of the deviation and the prolongation of the normal contour of the pipe.	Table 2-3 Dimensions of straight tees and crosses and of reducing outlet tees and reducing outlet crosses, respectively; Table 4-5 Tolerances for standard fittings Grades 290 and higher and standard fittings less than Grade 290, respectively; Table 9-13 Dimensions of caps; short radius elbows; long radius elbows; 3R Elbows; and Reducers, respectively.	Table 4-Table 9: Dimensions of Long-Radius Elbows, 3R Elbows, Straight Tees, Reducing Outlet Tees, Caps, Reducers
			Annex A (informative) Steel pipe dimensions, weight classes, and schedule numbers	Figure 2 Guided-bend test jig dimensions; Figure 4 Design of ends for unequal grades;	Figure 1-2 Recommended Bevel for Wall Thicknesses (T) at end of fitting  <i>see additional notes on body sizing....Appendix X1 for Supplementary Requirements (not applicable to product furnished to this standard Practice, except when specified on the purchase order...)...Appendix X3 Recommendations for Segmenting...</i>
		<b>5.7 Records of materials</b> 5.7.1 The standards or specifications of the pipe, components, and bolting materials used in the construction of pipeline systems shall be recorded, and such records shall be retained as part of the permanent records of the pipeline system. The identity of the material shall be verified prior to its use. 5.7.2 Where materials are reused as specified in Clause 5.6, records of the identity of such materials and the results of any required inspection and testing shall be retained as part of the permanent records of the pipeline system.		<i>There is no mention of the phrase Traceability. Documentation Requirements include a record of the heat analysis. A report of the mechanical test is optional, dependent on the Purchase Order requirements.</i>	4.5 The manufacturer shall have a quality control (QC) program that verifies the manufacturing process used and ensure that the resulting geometry of the fittings or joints manufactured reasonable conforms to the geometries tested. The QC program shall control the manufacturing drawings and maintain the QC records showing conformance to these drawings....

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Traceability	<p><b>7.6.3 Records</b> Details for the welding procedure specification qualification test and the qualified welding procedure specification shall be recorded. During constructions, copies of such records shall be available for reference on site where the work is being performed. Note: Consideration should be given to the retention of these records for the life of the pipeline. These records can prove useful in performing future engineering assessments.</p>			
		<p><b>(Annex)A Safety and loss management systems A.7.3 Control of records</b> The operating company shall establish procedures for the control of records, including procedures for the proper capture, classification, indexing, storage, search, retrieval, backup, retention, and disposition of records that are required for the effective implementation of the safety and loss management system. Records shall be retained as objective evidence that demonstrates conformance to and effective implementation of the safety and loss management system. Record retention periods shall be established in accordance with operational, legal, and regulatory requirements. Applicable records shall include a) management review; b) contract review; c) design review; d) design verification; e) design validation; f) design changes; g) approved suppliers and contractors; h) <u>traceability records</u>; i) qualified processes, equipment, and personnel; j) operation and maintenance records; k) test records; l) inspection records; m)nonconformance reports; n) internal and external audit reports; o)training records; and p)records for monitoring and measurement activities.</p>	<p>7.2.6.3.2 For pipe Grades 414 and higher, where both retests conform to the specified requirements and provided individual pipe <u>traceability</u> to mother coil/plate location, the manufacturer shall test additional lengths adjacent to (before, after and beside, as applicable).....</p>	<p>15.1 The manufacturer shall furnish a certificate of compliance for each order item.</p>	<p>4.6 A report of the testing for each test assembly shall be prepared and shall include: (a) Description of the test, including the number of tests and <math>f</math> factor used to establish the target proof test; (b) Instrumentation and methods of calibrations used; (c) Material test reports for the assembly's materials; (d) Actual final pressures for each test; (e) length of time from test initiation to the time of burst, or the hold time at or above the computed target pressure; (f) Calculations performed; (g) Location of rupture, if any, including a sketch. The test report shall be made available at the manufacturer's facility for inspection by the purchaser or regulatory authority.</p>
		<p><b>A.8.6.3 Identification and <u>traceability</u></b> Where <u>traceability</u> is a requirement, the operating company shall control and record the unique identification of the product or the system components.</p>			<p>14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable... b) for fitting manufacturer:...7) Traceability;...</p>
		<p>5.2.6.1 Flanges shall be suitable for service with the grade of pipe to which they are to be joined.</p>	<p>1.2.2 grade (scope of standard covers specific grades). 1.2.3 Category This Standard covers pipe in the following categories: a) Category I...b) Category II...c) Category III...</p>	<p>1.2.2 grade (scope of standard covers specific grades)</p>	<p>Table 2 Tensile Requirements</p>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Grade Requirements	5.2.9.1 Fittings shall be suitable for service with the grade of pipe to which they are to be joined.	4.1.1 Standard Requirements: The following information shall be included in purchase orders for pipe:...c) grade...	4.1.1.1 The following information shall be included in the purchase order for fittings:...c) grade...e) matching pipe grade, if different from the fitting grade...	4.2.1 Fittings that have the same basic design configuration and method of manufacture shall be selected from production for testing and shall be identified as to material, grade, and lot, including heat treatment. They shall be inspected for dimensional compliance to this Standard Practice.
		7.6.4.4 Base materials The following shall be specified for the base materials: a) standard or specification; b) <u>grade</u> ; c) specified minimum yield strength; d) for base materials having a specified minimum yield strength higher than 386 Mpa, maximum carbon equivalent used in procedure qualification...; e) intended range of thicknesses; and f)intended range of outside diameters.	7.2.2 Yield strength For Grade 241 to Grade 620, the yield strength shall be the tensile stress required to produce a total extension under load of 0.5% of the gauge length. For grades higher than Grade 620, the yield strength shall be determined by the 0.2% offset method.		
		7.17.7 Nondestructive inspection of welds made on in-service piping 7.17.7.1 Welds...made on in-service piping shall be nondestructively inspected for defects upon completion of welding....Notes:...3) A time delay of 48 h is generally considered suitable for carbon and low-alloy steel materials. Shorter delays might be suitable based upon experience or research. Longer delays might be necessary for <u>high-grade</u> and thick materials, over-matched weld metal, and very low material temperatures after welding. The rationale for the delay selected should be documented.	15.2 Required markings The required markings shall be as follows:...e) the pipe grade designation...	4.1.1.2 For bends, in addition to the requirements of Clause 4.1.1.1, the following information shall be included in the purchase order: (a) bend angle, centerline radius, and tangent lengths; and (b) the dimensions and <b>grade</b> of any straight pipe supplied by the purchaser for bending.	8.6 Of the tension test specimen from any lot fails to conform to the requirements for the particular grade ordered, the manufacturer may elect to make retests...
		8.7.4.2 For liquid-medium testing, the strength test pressure shall not exceed the lesser of a) the calculated pressure corresponding to i) 110% of the specified minimum yield strength of the pipe for Grades 555 and lower; ii) 107% of the specified minimum yield strength of the pipe for grades greater than Grade 555; and iii) 66% of the specified minimum yield strength of the pipe for continuous welded pipe; b) for pipe grades up to and including Grade 555, the pressure that produces a deviation of 0.2% from straight-line proportionality on a pressure-volume plot for the test section...; or c) for pipe grades greater than Grade 555, the pressure that produces a deviation of 0.1% from straight-line proportionality on a pressure-volume plot for the test section...	16.8 The tensile strength shall not exceed 625 Mpa for Grades 386 and lower, 650 Mpa for grades higher than Grade 386 but lower than Grade 483, and 665 Mpa for grade 483...	7.3 <b>Product analysis</b> For Grades 290 and higher, at a frequency of one test per heat, a product analysis shall be determined by the fitting manufacturer or the steel manufacturer. The requirements for product analysis shall be as specified in Table 6.	13.3 Notch-toughness testing of NPS 14 and smaller is not required unless grades WPHY 65 or higher are supplied or the purchaser specifies testing.

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
		10.4.2 Pipeline systems Records that provide the following information, as applicable, shall be maintained for the life of the pipeline system: b)technical data related to the following: i) pipes - locations and lengths for each pipe diameter installed, noting wall thicknesses, grades and standards or specifications, field test pressure, and where practical, burial depth; ...	Table 8 Tensile requirements; Table 9 Body Elongation Requirements; Table 16 Strain values for guided-bend test <i>(listed by Grade)</i>		
	Final inspection	6.5 Inspection 6.5.1 The provisions in Clause 6.5 shall apply, as appropriate, during the period of time from the receipt of materials to the completion of installation; such provisions shall also apply to prefabricated assemblies..6.5.2.1 The company shall perform inspections to ensure that the requirements of this Standard are met. 6.5.2.2 The company shall have documented procedures for conducting inspections. Note: These procedures should include a) the number and type of inspectors; b) the number and type of field and shop measurements; c) the relevant reporting and record requirements; and d) documentation outlining the roles, responsibilities, minimum qualifications, duties, and tasks of inspectors. 6.5.4 Pipe and components shall be inspected for defects. Such inspection shall include, but not limited to, inspection for flattening, ovality, straightness, pits, slivers, cracks, gouges, dents, defective weld seams, and defective field welds...	<b>11 Inspection, tolerances, and work quality</b>	<b>11.1 Plant inspection</b> The finished fitting shall be free, both internally and externally, of loose mill scale, foreign matter, oil, and grease, and shall be clean and dry for final inspection. Each fitting shall be visually inspected to detect defects and to determine compliance with the dimensional and work quality requirements.	N/A
	Marking requirements	9.3.2.3 When applying coatings not covered by CSA Z245.20 Series or CSA Z245.30, coatings shall be applied in accordance with documented procedures and an appropriate quality management system. Such procedures, as applicable, shall address...i) product marking requirements;	<b>15 Markings and coating</b>	14.2.1 Except as allowed., the following <u>markings</u> shall be marked on the fittings in the following sequence and separated by dashes or adequate spaces: a) manufacturer's name or mark; b)CSA designation: Z245.11-13; c) grade...; d) test temperature...; e) "SS" for sour service, if applicable; f) identification designation: a manufacturer's ID...; g) matching pipe grade, where different from the fitting grade; h) size...; i) matching pipe wall thickness; and j) "W" for fittings that contain weld repairs to the parent metal. 14.2 Examples of the markings....14.3 Omission of markings Where the size or shape of the fitting.....	<b>17.1</b> All fittings furnished under this Standard Practice shall be clearly defined on the outside diameter with the following information <u>marked</u> using low-stress die stamps or interrupted-dot stamps, except as noted: a) Manufacturer's name or trademark (b) Nominal wall thickness of fittings at bevel ends c) Respective grade as given in Table 2...example WPHY60/X70.....d) Heat code identity e)size f)SEGM when appropriate, see Section 13.5 g)CE if greater than 0.42% h) "Part" for partial compliance fitting if applicable.. i)Preheat conditions if applicable...j)PT or MT as applicable.... <b>17.2</b> In addition to the above, extruded headers shall also include the following information: a) Design Pressure B)Temperature c) Per ASME B31.8

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Shipping and handling	6.2.2 Pipe and components handling Care shall be taken in the selection of equipment and methods used in handling, transporting, stockpiling, and placing of pipe and components to prevent damage to the pipe, coating, and any lining...	4.1.1 Standard Requirements: The following information shall be included in purchase orders for pipe:...k) delivery date and shipping instructions....	4.1.1.1 The following information shall be included in the <u>purchase order</u> for fittings: ... i) packaging and shipping instructions; and j) required delivery date.	N/A
	Product Ordering Requirements	4.5.4.3 Mechanical interference fit joining methods shall be used only on electric-welded or seamless pipe. Note: When ordering plain-end pipe that will subsequently be subjected to plastic deformation in preparation for mechanical interference fit joining, designers should consider supplementing the pipe purchase specification with additional requirements...		4.1.1.1 The following information shall be included in the <u>purchase order</u> for fittings: a) CSA Standard designation and year of publication; b) quantity, size, and description; grade: d) matching pipe specified wall thickness; e) matching pipe grade, if different from the fitting grade; f) pipeline design pressure, design temperatures, and design factor (if pertinent); g) category; h) test temperature for Category II; i) packaging and shipping instructions; and j) required delivery date.	14.1 Fittings shall be manufactured in accordance with a documented Manufacturing Procedure Specification (MPS). If specified by the purchaser, manufacturing shall not proceed until the MPS has been accepted by the purchaser. The MPS shall specify the following items, as applicable...a) For starting material: ...b) for fitting manufacture:..
				4.1.1.2 For bends, in addition to the requirements of Clause 4.1.1.1, the following information shall be included in the <u>purchase order</u> : (a) bend angle, centerline radius, and tangent lengths; and (b) the dimensions and grade of any straight pipe supplied by the purchaser for bending.	
		(Annex)A.8.5. Procurement The operating company shall develop and implement procedures for the evaluation of suppliers and contractors and the verification of purchased product. The procedure shall identify the necessary purchasing documents and records.	4.1.1 Standard Requirements: The following information shall be included in <u>purchase orders</u> for pipe: a) the designation and year of publication of this Standard; b) quantity; c) grade; d) category...; e) specified pipe test temperature for Category II or III pipe; f) process of pipe manufacture; g)specified outside diameter; h) specified wall thickness; i) nominal length; j) end finish; and k) delivery date and shipping instructions. See also 4.1.2 <b>Optional Requirements</b> .	4.1.2 <b>Optional requirements</b> Where applicable, the purchase order shall include information concerning the following items, which are optional for the purchaser: (e) plant inspection by the purchaser...(i) report of heat analysis (j) report of product analysis and carbon equivalent (k) report of specific mechanical tests ...	
	6.3.1 Pipe and component manufacturing defects detected	10.7.2.1 Mechanical interference fit pipe...Belled ends of welded pipe shall be nondestructively inspected in the weld area ...to indicate defects, i.e., open welds, cracks, seams, and slivers....		10 Bend tests..;	

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Defects	<p><b>during installation inspection</b> Where any pipe or component manufacturing defects (as described by the requirements specified in the applicable manufacturing standard or specification) are detected during installation inspection, the defective portion of the pipe or component shall be a) repaired as allowed by the applicable manufacturing standard or specification; b) in the case of pipe cut out as a cylinder and, where necessary, replaced with another cylinder of pipe; or c) in the case of a component, replaced with another component.</p>	<p>11.1 Inspection Pipe shall be inspected visually or by a combination of visual and nondestructive methods to detect defects and determine compliance with the dimensional and work quality requirements.</p> <p>11.5.7 Hard spots...</p> <p>11.6 Defects</p> <p>13 Repair of pipe containing defects</p>	<p>11.5.1 Fittings containing defects shall be given one or more of the following dispositions: a) the defect shall be removed by grinding, provided that the remaining wall thickness is within the limits specified in Clause 10.; b) the defect shall be removed by grinding and the fitting repaired by welding; or c) the fitting shall be rejected.</p>	<p>14.5.1 Fittings shall be free of injurious <u>defects</u> and shall have workmanlike finish.</p> <p>14.5.2 Injurious defects are defined as those having a depth in excess of 6 1/2% of specified nominal wall.</p> <p><b>16.4 Rejection</b> Each fitting in which injurious <u>defects</u> are found during shop or field fabrications may be rejected, and the manufacturer shall be notified.</p>
	Retesting	<p><i>There are no references to part retesting.</i></p>	<p>6.3.5.1 Where the product analysis representing a lot fails to conform to the specified requirements, at the manufacturer's option the lot shall be rejected or retested using samples taken from two additional lengths of pipe from the affected lot.</p> <p>6.3.5.2 Samples for <u>retests</u> shall be taken and prepared in the applicable manner specified in Clause 6.3.3 and 6.3.4 (<i>Sampling methods and Preparation, respectively</i>).</p> <p>6.3.5.3 Where both <u>retests</u> conform to the specified requirements, the lot shall be accepted, except for the length represented by the initial analysis that failed.</p> <p>6.3.5.4 Where one or both of the <u>retests</u> fail to conform to the specified requirements, the nonconforming lengths shall be rejected and, at the manufacturer's option, the lot shall be rejected or the remaining lengths in the lot shall be tested individually, with any nonconforming lengths being rejected. For such individual length testing, the determinations may include only those elements that failed to conform to the specified requirements in the preceding tests of the affected lot.</p> <p>7.2.6.1 Where the tension <u>retest</u> representing a lot fails to conform to the specified requirements, at the manufacturer's option the lot shall be rejected or retested using test specimens taken from two additional lengths of pipe from the affected lot.</p>	<p>9.1.1.3 Fittings stress relieved at or below a previous stress-relieving or tempering temperature need not be <u>retested</u>.</p>	<p><b>4 Design Proof Test</b> 4.5The manufacturer shall have a quality control (QC) program that verifies the manufacturing process used....Whenever a significant change is made in the geometry or method of manufacture, the manufacturer shall either <u>retest</u> the new production or show by analysis that the change would not affect the results of prior tests.</p> <p><b>8 Tensile Properties</b> 8.6 If the tension test specimen from any lot fails to conform to the requirements for the particular grade ordered, the manufacturer may elect to make <u>retests on two additional pieces from the same lot</u>, each of which shall conform to the requirements specified in Table 2. <u>If one or both of the retests fail to conform to the requirements, the manufacturer may elect to test each of the remaining pieces in the lot. Retests are required</u></p>

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
			<p>7.2.6.3.1 For pipe grades less than Grade 414, where both retests conform to the specified requirements, the lot shall be accepted, including the initial test length (the length from which the initial test specimen was taken), provided that the following locations, as applicable, in such a length are subsequently tested and such retests conform to the specified requirements: a) where the length does not contain a skelp end weld, both ends of the length; or b) where the length contains a skelp end weld, both ends of the initially tested portion of the length.</p>		<p>remaining pieces in the lot. Retests are required only for the particular test with which the specimen did not comply originally.</p>
			<p>7.2.6.3.2 For pipe Grades 414 and higher, where both retests conform to the specified requirements and provided individual pipe traceability to mother coil/plate location, the manufacturer shall test additional lengths adjacent to (before, after and beside, as applicable) the initial failure within the mother coil or plate considering adjacent daughter coil(s) or plate(s) as applicable. Pipe testing shall continue until satisfactory results surround the non-conforming section of the mother coil/plate. The pipes from the nonconforming section of mother coil/plate shall be rejected and the remainder of the pipe from the lot shall be accepted, including the initial test length (the length from which the initial test specimen was taken), provided that the following locations, as applicable, in such a length are subsequently tested and such retests conform to the specified requirements: a) where the length does not contain a skelp end, both ends of the length; or b) where the length contains a skelp end weld, both ends of the initially tested portion of the length.</p>		<p><b>10 Transverse Guided-Weld Bend-Tests</b> 10.5 If either test fails to conform to specified requirements, the manufacturer may elect to make retests on two additional specimens from the same lot, each of which shall conform to the requirements specified in Section 10.3. If any of these specimens fail to conform to the requirements, the manufacturer may elect to test prolongations from each of the remaining fittings in the lot.</p>
			<p>7.2.6.4 Where one or both of the retests fail to conform to the specified requirements, the nonconforming lengths shall be rejected and, at the manufacturer's option, the remaining lengths in the lot shall be rejected or tested individually, with any nonconforming lengths being rejected.</p>		
			<p>7.3.2.2 Retests Where one or more of the flattening tests representing a pipe fail to conform to the specified requirements, the affected pipe shall be rejected or retested using additional test rings taken from the nonconforming ends until the requirements are met, provided that such retesting does not reduce the pipe's length by more than 20%.</p>		



Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
			<p>7.3.3.3 Retests Where one or more of the flattening tests representing a multiple length fail to conform to the specified requirements, the affected multiple length shall be given one of the following dispositions: a) The pipes produced from the affected multiple length shall be rejected. b) The satisfactory portion of the affected multiple length shall be accepted. All test results representing locations adjacent to and within such satisfactory portions shall conform to the specified requirements. The defective portion at nonconforming ends of the affected multiple length shall be removed, as confirmed by retesting and obtaining conforming flattening test results (0degree, 90degree, or both, depending on which test results were originally nonconforming) for i) both ends of the first satisfactory pipe adjacent to the defective portion; or ii) the extreme end (that end corresponding to the adjacent nonconforming end location) of the first two consecutive satisfactory pipes adjacent to the defective portion.</p>		<p><b>11 Notch-Toughness Properties</b> 11.4 If the acceptance requirements of Section 11.2 are not met, one retest of three additional specimens from the same test location may be performed. Each individual test value of the retested specimens shall be equal to or greater than the specified minimum average value.</p>
			<p><i>see also retests under 7.3.4 Hot reduced electric-welded pipe, 7.4 Bend tests- Electric-welded pipe, 7.5 Guided-bend tests, 7.6 Charpy V-notch impact tests, 7.7 Drop-weight test tests</i></p>		<p><b>Appendix X1 Supplementary Requirements q)SR-17</b> Notch-toughness tests on the weld heat affected zone shall be performed on each lot in accordance with requirements of Sections 11.1 and 11.2. Impact retest as per Section 11.4.</p>
			<p>13.6.1 The performance of the repair welder shall be tested by film radiographic methods or nonfilm radiographic imaging techniques and transverse guided-bend testing of two test specimens from a test weld...Where any test result fails to conform to the specified requirements, four test specimens shall be required if the retest is made immediately or two test specimens shall be required if the repair welder takes further instructions in the practice before making the retest. To be acceptable, all retests shall conform to the specified requirements.</p>		

Category	Quality Process Element	CSA Z662-15 - Oil and gas pipeline systems	CSA Z245.1-14 -Steel Pipe	CSA Z245.11-13 -Steel Fittings	MSS SP-75 (2014) -High-Strength, Wrought, Butt-Welding Fitting
	Quality Control	Table 5.3 Notes: ...3)The manufacturer shall have a documented quality program. API Q1 and CAN/CSA-ISO 9001 can be used for quality management programs	<b>4.4 Quality program</b> The manufacturers of slab/billet, hot rolled coil/plate and pipe shall comply with the requirements of a nationally- or internationally-recognized quality management system.	4.5 Quality Program The manufacturer shall comply with the requirements of a quality management system.	4.5 The manufacturer shall have a <u>quality control (QC) program</u> that verifies the manufacturing process used and ensure that the resulting geometry of the fittings or joints manufactured reasonable conforms to the geometries tested. The QC program shall control the manufacturing drawings and maintain the QC records showing conformance to these drawings...
		<b>7.6.4 Welding Procedure Specifications</b> 7.6.4.11 Technique The following shall be specified:...g) cleaning methods and quality to be achieved	<b>11 Inspection, tolerances, and work quality</b> 11.1 Inspection Pipe shall be inspected visually or by a combination of visual and nondestructive methods to detect defects and determine compliance with the dimensional and work quality requirements.		
		<b>7.13.2 Radiographic procedure</b> A written procedure shall be developed for each radiographic inspection technique used...including..the type of image quality indicators..7.13.4.1 For film radiography, radiographic films shall be classified in accordance with ISO 11699-1 and be of high contrast and relatively fine grain...7.13.6.1 Image quality indicators (IQIs) shall be used to measure the sensitivity of the radiographic image...	11.5 Work quality	11.4 <b>Work quality</b> 11.4.1 Fittings shall be free of defects and shall have a competently produced finish.	4.6 A report of the testing for each test assembly shall be prepared and shall include: (a) Description of the test, including the number of tests and f factor used to establish the target proof test; (b) Instrumentation and methods of calibrations used; (c) Material test reports for the assembly's materials; (d) Actual final pressures for each test; (e) length of time from test initiation to the time of burst, or the hold time at or above the computed target pressure; (f) Calculations performed; (g) Location of rupture, if any, including a sketch. The test report shall be made available at the manufacturer's facility for inspection by the purchaser or regulatory authority.
		A.8.6.1 Control of construction (Annex D Guidelines for in-line inspection of pipelines) D. 4 Inspection execution	12.4 <b>Radiological inspection</b> 12.4.3 <b>Sensitivity</b> Radiological inspection shall be performed using a technique of sufficient sensitivity to display the image of the <u>image quality</u> indicator and the essential hole or wire. Fluoroscopic inspection shall not be performed at speeds greater than those at which the image quality indicator can be read definitively. 12.4.4 <b>Image quality indicators</b> ..12.4.5 <b>Acceptance limits</b> ...		
		<b>(Annex N Guidelines for pipeline system integrity management programs) N.10.3 Imperfections</b> The options that may be used to reduce the frequency of failure and damage incidents associated with imperfections..include the following...j) improved <u>quality</u> measures for manufacturing, design, construction, and operation...			