



DIRECTION DES SERVICES À L'APPUI DES OPÉRATIONS  
**RAPPORT DU LABORATOIRE D'INGÉNIERIE**

LP149/2013

Examen sur le terrain des wagons-citernes

Montreal, Maine & Atlantic Railway Train, MMA-002

Date de l'événement: 06-juillet-2013

À NOTER :

DROIT D'AUTEUR DE LA COURONNE. LE PRÉSENT RAPPORT EST DIFFUSÉ UNIQUEMENT À DES FINS DE SÉCURITÉ ET IL PEUT ÊTRE MODIFIÉ AVANT OU APRÈS LA DIFFUSION DU RAPPORT FINAL DU BST. LA REPRODUCTION DU PRÉSENT DOCUMENT, EN TOUT OU EN PARTIE, PEUT UNIQUEMENT ÊTRE AUTORISÉE À LA SUITE D'UNE DEMANDE AU BST. LA DIFFUSION À L'EXTÉRIEUR DU BST DOIT ÊTRE ÉVALUÉE PAR LE BUREAU DE L'ACCÈS À L'INFORMATION ET PROTECTION DES RENSEIGNEMENTS PERSONNELS

NUMÉRO DE L'ÉVÉNEMENT	CLASSIFICATION DE L'ÉVÉNEMENT	NOMBRE DE PAGES	NOMBRE D'ANNEXES	LA PUBLICATION HORS DU BST REQUIERT LA RÉVISION DU (DE LA) COORDONNATEUR(TRICE) DE L'ACCÈS À L'INFORMATION.	OUI	NON
R13D0054	2	45	2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PRÉPARÉ PAR

**Original en anglais**

S. Dionne, Ph.D. (Gestionnaire, Analyse du matériel et des structures)

APPROUVÉ PAR

**Original en anglais**

C. Lelièvre, MSc. (Ingénieur principal, Matériaux)

DIFFUSÉ PAR

DIFFUSÉ LE

21 mars 2014

**Original en anglais**

L. Donati, Ph.D. (Directeur, Services à l'appui des opérations)

RÉVISION

## Table des matières:

1.0	INTRODUCTION .....	1
1.1	<b>Description de l'événement .....</b>	<b>1</b>
1.2	<b>Services techniques demandés .....</b>	<b>1</b>
2.0	EXAMEN .....	1
2.1	<b>Renseignements sur les wagons-citernes.....</b>	<b>1</b>
2.2	<b>Examen sur le terrain .....</b>	<b>6</b>
2.3	<b>Identification des wagons-citernes déraillés .....</b>	<b>7</b>
2.4	<b>Description de la zone du déraillement.....</b>	<b>8</b>
2.5	<b>Dommmages à la coque.....</b>	<b>9</b>
2.6	<b>Dommmages aux têtes.....</b>	<b>12</b>
2.7	<b>Dommmages aux raccords supérieurs.....</b>	<b>13</b>
2.8	<b>Dommmages aux DDP .....</b>	<b>16</b>
2.9	<b>Dommmages aux robinets de déchargement par le bas (RDB) .....</b>	<b>17</b>
2.10	<b>Ruptures thermiques .....</b>	<b>19</b>
2.11	<b>Dommmages aux trous d'homme .....</b>	<b>21</b>
2.12	<b>Perçage par brûlure.....</b>	<b>22</b>
2.13	<b>Dommmages aux longrines tronquées et aux attelages.....</b>	<b>23</b>
3.0	DISCUSSION.....	25
3.1	<b>Résumé des brèches sur les wagons-citernes .....</b>	<b>25</b>
3.2	<b>Rejet par les brèches de coque et de tête sur les wagons-citernes .....</b>	<b>27</b>
3.3	<b>Rejet par des brèches aux raccords supérieurs et aux DDP .....</b>	<b>30</b>
3.4	<b>Rejet par une brèche dans le RDB .....</b>	<b>30</b>
3.5	<b>Rejet par les ruptures thermiques.....</b>	<b>31</b>
3.6	<b>Rejet par des trous de brûlure.....</b>	<b>32</b>
3.7	<b>Rejet dû à la défaillance des longrines tronquées .....</b>	<b>32</b>
4.0	CONCLUSION.....	33

## Liste des tableaux:

Tableau 1: Information sur les wagons-citernes déraillés.....	3
Tableau 2: Produits destinés aux wagons-citernes déraillés .....	5
Tableau 3: Exigences relatives aux matériaux de la citerne des wagons-citernes déraillés 6	
Tableau 4: Résumé des dommages aux coques .....	10
Tableau 5: Dimensions des brèches de coque.....	11
Tableau 6: Résumé des balayages laser 3D .....	12
Tableau 7: Résumé des dommages aux têtes.....	12
Tableau 8: Information relative aux raccords supérieurs.....	14
Tableau 9: Dommages aux raccords supérieurs sur les wagons munis d'une enceinte de protection des discontinuités supérieures.....	15
Tableau 10: Dommages aux raccords supérieurs sur les wagons munis d'une enceinte protectrice .....	15
Tableau 11: Information relative aux DDP.....	17
Tableau 12: Résumé des dommages aux robinets de déchargement par le bas.....	18

Tableau 13: Wagens avec ruptures thermiques .....	20
Tableau 14: DDP sur les wagons avec ruptures thermiques.....	21
Tableau 15: Résumé des dommages aux trous d'homme.....	22
Tableau 16: Information relative aux longrines tronquées .....	23
Tableau 17: Résumé des dommages aux longrines tronquées et aux attelages .....	24
Tableau 18: Types de brèches observées sur chaque wagon-citerne.....	25
Tableau 19: Résumé des dommages aux wagons-citernes .....	27

**Liste des figures:**

Figure 1: Vue aérienne de la zone du déraillement.....	37
Figure 2: Exemples représentatifs de marques estampées sur les wagons-citernes déraillés .....	38
Figure 3: Exemples représentatifs de plaques d'identification de citerne .....	40
Figure 4: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches de coque résultant de dommages attribuables aux chocs.....	42
Figure 5: Photographie aérienne de wagons avec des petites (en vert), moyennes (en jaune) ou grandes (en rouge) brèches de coque .....	42
Figure 6: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches de tête résultant de dommages attribuables aux chocs.....	43
Figure 7: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches aux raccords supérieurs résultant de dommages attribuables aux chocs.....	43
Figure 8: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches aux DDP résultant de dommages attribuables aux chocs.....	44
Figure 9: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches aux RDB résultant de dommages attribuables aux chocs.....	44
Figure 10: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches résultant de ruptures thermiques.....	45
Figure 11: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec trous de brûlure.....	45

**Liste des annexes:**

Annexe A: Résultats de l'inspection des wagons-citernes.....	A-1
Annexe B: Photographies in situ des wagons-citernes déraillés.....	B-1

## **1.0 INTRODUCTION**

### **1.1 Description de l'événement**

- 1.1.1 Le 5 juin 2013, vers 22 h 50, heure normale de l'Est, le train de marchandises MMA-002 (le train) de la Montreal, Maine & Atlantic Railway (MMA), en route de Montréal (Québec) à Saint John (Nouveau-Brunswick), est arrêté à Nantes (Qc) au point milliaire 7,40 de la subdivision de Sherbrooke, point de relève désigné des équipes de la MMA. Le train, formé de 5 locomotives en tête, de 1 fourgon VB (fourgon de queue spécial), de 1 wagon couvert et de 72 wagons-citernes de la classe 111 transportant des liquides inflammables (pétrole brut, UN 1267, classe 3), est ensuite immobilisé sur la voie principale, dans une pente.
- 1.1.2 Peu avant 1 h le 6 juillet 2013, le train laissé sans surveillance se met en mouvement et gagne de la vitesse en dérivant dans la pente jusque dans la ville de Lac-Mégantic (Québec). Soixante-trois (63) wagons-citernes et le wagon couvert déraillent près du centre de la ville. Les 9 wagons-citernes en queue n'ont pas quitté les rails et, par la suite, ont été remorqués à Nantes dans le cadre de l'intervention d'urgence.
- 1.1.3 Le déraillement provoque le déversement de quelque 6 millions de litres de pétrole brut. Le produit rejeté s'enflamme presque tout de suite, provoquant un grand feu en nappe qui brûle durant plus d'une journée. Le pétrole brut qui n'a pas brûlé infiltre et contamine le sol du centre-ville; une certaine quantité atteint la rivière et le lac Mégantic.

### **1.2 Services techniques demandés**

- 1.2.1 Le bureau des Opérations d'enquêtes de la région de l'Est - Rail/Pipeline du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a demandé un examen sur le terrain des wagons-citernes déraillés.

## **2.0 EXAMEN**

### **2.1 Renseignements sur les wagons-citernes**

- 2.1.1 Le tableau 1 résume l'information relative aux 63 wagons-citernes déraillés. Les wagons-citernes ont été construits par les compagnies suivantes : Trinity Tank Car (34 wagons), Gunderson (9 wagons), American Railcar Industries (9 wagons), American Car & Foundry (7 wagons) et Union Tank Car (4 wagons).
- 2.1.2 Le wagon-citerne le plus ancien avait été construit en 1980 et le plus récent, en 2012; les wagons-citernes déraillés étaient donc âgés de 1 à 33 ans. Tous avaient été commandés avant le 1<sup>er</sup> octobre 2011. Par conséquent, aucun n'était assujéti aux exigences de la circulaire CPC-1232 de l'Association of American Railroads (AAR), qui établissait de nouvelles normes pour la construction des wagons-citernes DOT-111 du service général commandés après le 1<sup>er</sup> octobre 2011. La circulaire CPC-1232 porte sur les wagons construits pour le transport de matières des groupes d'emballage I et II désignées par les appellations réglementaires

appropriées suivantes : pétrole brut, alcools, n.s.a. (éthanol dénaturé) et mélanges éthanol-essence dans les groupes d'emballage I et II<sup>1</sup>.

- 2.1.3 Le tableau 2 indique les marchandises initiales inscrites sur le certificat de construction (CDC)<sup>2</sup> des wagons-citernes déraillés. Ces wagons étaient destinés au transport de produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, ainsi qu'au transport de marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons. Certains wagons étaient également destinés au transport de liquides inflammables de la classe 3 dans les groupes d'emballage II et III.
- 2.1.4 On a remarqué que 11 wagons construits par Trinity Tank Car en vertu du CDC L116012A portaient la nouvelle marque WFIX aux termes d'un protocole de location conclu entre les sociétés First Union Rail et Western Petroleum Company. Pour faciliter la consultation, le tableau 1 indique la marque initiale TILX et le numéro de chacun des wagons WFIX.
- 2.1.5 Tous les wagons déraillés, de conception non isolée et à longrine tronquée, respectaient la spécification 111A100W1 du département des Transports (DOT) des États-Unis. Chacun des wagons-citernes était équipé d'un robinet de déchargement par le bas (RDB), de plusieurs raccords supérieurs avec enceinte protectrice, d'un trou d'homme avec couvercle à charnières boulonné ainsi que de 1 ou 2 dispositifs de décharge de la pression (DDP). Aucun des wagons ne possédait de boucliers protecteurs, d'enveloppe externe ou une protection thermique.
- 2.1.6 Les spécifications générales propres au wagon-citerne DOT-111 se trouvent dans le titre 49 du CFR, partie 179.200<sup>3</sup>. La disposition 179.200-17 du titre 49 du CFR exige que les wagons DOT-111 équipés de dispositifs de déchargement par le bas soient munis aussi d'une protection des discontinuités des raccords inférieurs conçue pour empêcher l'endommagement du robinet de déchargement et la perte du chargement au cours d'un déraillement. Le mécanisme de commande du robinet doit également être doté d'un dispositif de verrouillage assurant une fermeture efficace au cours du transport. Les méthodes approuvées de protection dans le bas, telles qu'un point de rupture pour les structures qui s'étendent sous le robinet ainsi qu'une structure de protection contre le glissement, sont précisées à l'annexe E des spécifications de l'AAR pour les wagons-citernes. Le dessus des wagons-citernes peut recevoir divers raccords et dispositifs, tels des robinets de chargement et de déchargement, un dispositif de décharge de la pression (DDP), une soupape casse-vide et un trou d'homme. La protection des discontinuités des raccords supérieurs est facultative pour les wagons-citernes DOT-111A100W1.
- 2.1.7 L'exigence relative à l'épaisseur minimale des têtes et de la coque, prescrite par la disposition 179.201-1 du titre 49 du CFR, est de 7/16 pouce. La tôle utilisée pour la construction des wagons-citernes doit être en acier AAR TC128 de nuance B

---

<sup>1</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 2.7

<sup>2</sup> AAR Application for Approval and Certificate of Construction

<sup>3</sup> U.S. Code of Federal Regulations Title 49 Part 179 Specifications for Tank Cars

ou ASTM A516 de nuance 70<sup>4</sup>. Le tableau 3 résume les exigences relatives aux matériaux destinés aux citernes et indiquées dans les CDC des wagons-citernes déraillés. Les coques étaient faites d'acier non normalisé (52 wagons) ou normalisé (11 wagons) AAR TC128 de nuance B, de 7/16 pouce d'épaisseur. L'épaisseur nominale des matériaux de tête variait de 7/16 à 15/32 pouce. Les têtes étaient faites d'acier non normalisé ASTM A515 de nuance 70 (6 wagons), d'acier non normalisé (38 wagons) ou normalisé (17 wagons) ASTM A516 de nuance 70 ou d'acier normalisé AAR TC128 de nuance B (2 wagons).

**Tableau 1: Information sur les wagons-citernes déraillés**

Position (n°) dans le convoi (dlc)	Marque du wagon	Numéro du wagon	CDC	Constructeur <sup>5</sup>	Mois-année de commande	Mois-année de construction	Âge du wagon (a)	Marque du propriétaire	N° du wagon sur le terrain
3	TILX	316547	L116012A	Trinity	Fév 11	Juil 11	2	TILX	1
4	WFIX	130608	L116012A	Trinity (TILX 316400)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	2
5	TILX	316359	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	FURX	3
6	TILX	316338	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	4
7	NATX	310428	L114001	Gunderson	Déc 09	Août 11	2	NATX	5
8	CTCX	735541	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	6
9	DBUX	303879	F071004C	ARI	Oct 06	Déc 07	6	CEFX	7
10	WFIX	130682	L116012A	Trinity (TILX 316486)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	8
11	TILX	316641	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	9
12	TILX	316570	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	10
13	NATX	310457	L114001	Gunderson	Déc 09	Août 11	2	NATX	11
14	WFIX	130638	L116012A	Trinity (TILX 316430)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	12
15	NATX	310473	L114001	Gunderson	Déc 09	Août 11	2	NATX	13
16	TILX	316379	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	14
17	ACFX	79709	A811019A	ACF	Sept 79	Déc 81	32	NATX	15
18	TILX	316333	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	16
19	TILX	316549	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	17
20	CTCX	735527	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	18
21	NATX	310477	L114001	Gunderson	Déc 09	Août 11	2	NATX	32
22	WFIX	130603	L116012A	Trinity (TILX 316395)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	33
23	TILX	316556	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	23
24	CTCX	735629	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	19
25	ACFX	76605	A841016	ACF	Avr 84	Sept 84	29	NATX	24
26	PROX	44293	F067034B	Union Tank Car	Fév 06	Avr 07	6	PROX	20
27	NATX	310581	L114001	Gunderson	Déc 09	Nov 11	2	NATX	21
28	PROX	44202	F067034B	Union Tank Car	Fév 06	Fév 07	6	PROX	22
29	TILX	316234	L116012A	Trinity	Fév 11	Juil 11	2	TILX	25

<sup>4</sup> 49 CFR 179.200-7

<sup>5</sup> Trinity : Trinity Tank Car Inc.; ARI : American Railcar Industries; ACF : American Car & Foundry

Position (n°) dans le convoi (dlc)	Marque du wagon	Numéro du wagon	CDC	Constructeur <sup>5</sup>	Mois-année de commande	Mois-année de construction	Âge du wagon (a)	Marque du propriétaire	N° du wagon sur le terrain
30	TILX	316584	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	26
31	WFIX	130571	L116012A	Trinity (TILX 316362)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	34
32	TILX	316330	L116012A	Trinity	Fév 11	Juil 11	2	TILX	27
33	NATX	310412	L114001	Gunderson	Déc 09	Juil 11	2	NATX	35
34	TILX	316317	L116012A	Trinity	Fév 11	Juil 11	2	TILX	28
35	WFIX	130545	L116012A	Trinity (TILX 316310)	Fév 11	Juil 11	2	FURX	29
36	ACFX	79698	A811019A	ACF	Sept 79	Déc 81	32	NATX	31
37	NATX	302784	L066085	Trinity	Jan 07	Fév 07	6	NATX	30
38	ACFX	71505	A861020	ACF	Juin 86	Oct 86	27	NATX	36
39	ACFX	71121	A851028	ACF	Juin 85	Août 85	28	NATX	37
40	CTCX	735537	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	38
41	NATX	303128	L066085	Trinity	Jan 07	Mars 07	6	NATX	39
42	CTCX	735572	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	40
43	WFIX	130616	L116012A	Trinity (TILX 316408)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	60
44	WFIX	130664	L116012A	Trinity (TILX 316456)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	42
45	WFIX	130630	L116012A	Trinity (TILX 316422)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	43
46	TILX	316523	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	44
47	TILX	316613	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	45
48	TILX	316616	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	46
49	TILX	316206	L116012A	Trinity	Fév 11	Juil 11	2	TILX	47
50	TILX	316319	L116012A	Trinity	Fév 11	Juil 11	2	TILX	48
51	CTCX	735617	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	49
52	TILX	316572	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	63
53	CTCX	735526	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	50
54	TILX	316622	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	62
55	WFIX	130585	L116012A	Trinity (TILX 316376)	Mars 11	Juil 11	2	FURX	41
56	NATX	310508	L114001	Gunderson	Déc 09	Sept 11	2	NATX	61
57	CTCX	735525	F111018	ARI	Juin 11	Jan 12	1	CEFX	51
58	ACFX	79383	A801029A	ACF	Mai 79	Oct 80	33	NATX	59
59	PROX	44428	F067036B	Union Tank Car	Déc 08	Mai 07	6	PROX	52
60	PROX	44150	F067040A	Union Tank Car	Fév 06	Jan 07	6	PROX	53
61	TILX	316533	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	54
62	ACFX	94578	A911018B	ACF	Août 91	Mars 92	21	NATX	55
63	NATX	310515	L114001	Gunderson	Déc 09	Oct 11	2	NATX	58
64	TILX	316528	L116012A	Trinity	Mars 11	Juil 11	2	TILX	56
65	NATX	310470	L114001	Gunderson	Déc 09	Août 11	2	NATX	57

**Tableau 2: Produits destinés aux wagons-citernes déraillés**

Constructeur	Nbre de wagons	CDC	Marchandise initiale inscrite sur le CDC
Trinity	32	L116012A	Pétrole brut (groupe d'emballage II) et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
	2	L066085	Alcool éthylique et produits autorisés dans la Partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
Gunderson	9	L114001	Éthanol (non réglementé) et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
ARI	8	F111018	Pétrole brut – groupe d'emballage III et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
	1	F071004C	Éthanol et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
ACF	1	A801029A	Marchandises autorisées pour cette catégorie de wagons par la partie 173 de la réglementation du DOT sur les matières dangereuses et pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec la conception de la citerne (marchandise initiale : alcool).
	2	A811019A	
	1	A841016	Toluène et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
	1	A851028	Naphta léger et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
	1	A861020	Alcool et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
	1	A911018B	Méthanol et produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
Union Tank Car	2	F067034B	Produits autorisés dans la partie 173 du DOT pour lesquels il n'existe pas d'exigences propres aux marchandises particulières, et marchandises non réglementées compatibles avec cette catégorie de wagons.
	1	F067036B	
	1	F067040A	



**Tableau 3: Exigences relatives aux matériaux de la citerne des wagons-citernes déraillés**

Constructeur	Nbre de wagons	CDC	Matériau des têtes (type et nuance)	Épaisseur du matériau des têtes (po)	Matériau de la coque (type et nuance)	Épaisseur du matériau de la coque (po)
Trinity	32	L116012A	ASTM A516 de nuance 70, non normalisé	7/16	AAR TC128 de nuance B, non normalisé	7/16
	2	L066085	AAR TC128 de nuance B, normalisé	7/16	AAR TC128 de nuance B, normalisé	7/16
Gunderson	9	L114001	ASTM A516 de nuance 70, normalisé	0,443	AAR TC128 de nuance B, normalisé	0,438
ARI	8	F111018	ASTM A516 de nuance 70, normalisé	7/16	AAR TC128 de nuance B, non normalisé	7/16
	1	F071004C	ASTM A516 de nuance 70, non normalisé	7/16	AAR TC128 de nuance B, non normalisé	7/16
ACF	1	A801029A	ASTM A515 de nuance 70, non normalisé	15/32	AAR TC128 de nuance B, non normalisé	7/16
	2	A811019A				
	1	A841016				
	1	A851028				
	1	A861020				
	1	A911018B	ASTM A516 de nuance 70, non normalisé	7/16	AAR TC128 de nuance B, non normalisé	7/16
Union Tank Car	2	F067034B	ASTM A516 de nuance 70, non normalisé	15/32	AAR TC128 de nuance B, non normalisé	7/16
	1	F067036B				
	1	F067040A				

## 2.2 Examen sur le terrain

- 2.2.1 Des photos aériennes de la zone du déraillement ont été prises après l'extinction de l'incendie et pendant que les pompiers s'employaient encore à refroidir certains wagons-citernes (figure 1).
- 2.2.2 Les opérations de dégagement des épaves ont commencé après l'extinction de l'incendie et pendant qu'une partie de la scène était toujours l'objet d'une enquête par les policiers et le coroner, donc partiellement accessible au personnel du BST. Par conséquent, il n'a pas été possible de procéder à une documentation photographique exhaustive des wagons déraillés in situ.
- 2.2.3 L'entrepreneur en remédiation a attribué un numéro de wagon sur le terrain à chacun des wagons-citernes déraillés. Ces numéros, peints au pistolet sur chaque wagon, sont indiqués dans le tableau 1 pour faciliter la consultation. Les wagons ont été vidés du produit qu'ils contenaient encore et déplacés vers une zone de

transition aux fins de l'examen et de la documentation photographique par le personnel d'enquête du BST. L'entrepreneur en remédiation a fait savoir qu'environ un quart des wagons ont été vidés par leur trou d'homme. Pour 26 des 63 wagons-citernes déraillés, on en a vidé le contenu en découpant dans leur citerne un trou d'accès au moyen d'un équipement à jet d'eau. Le dernier wagon-citerne à dérailler, le NATX 310470, n° 65 dans le convoi (ci-après « dlc » en abrégé), n'était que légèrement endommagé et a été remis sur rails, puis retiré de l'empilement au cours des opérations de dégagement des épaves.

- 2.2.4 L'inspection des wagons-citernes par le BST s'est déroulée durant le jour, puisqu'un équipement pour photographie de nuit n'était pas disponible. Quelques wagons-citernes ont été mis au rebut par erreur pendant les opérations nocturnes, sans que l'équipe d'enquête du BST ait pu les inspecter. Heureusement, ces wagons avaient été examinés par l'équipe du Projet de sécurité RSI-AAR, qui a accepté de partager ses photos avec le BST.
- 2.2.5 L'inspection des wagons-citernes déraillés par le BST a eu lieu du 15 au 26 juillet 2013. Si aucun autre examen n'était nécessaire, les wagons étaient marqués « BST », puis immédiatement libérés en vue de leur mise au rebut. Les wagons sélectionnés pour un balayage laser en trois dimensions (3D) ont reçu la marque « 3D-Hold ». Au cours de l'examen sur le terrain, des coupons ont été prélevés sur 9 wagons-citernes déraillés, sur lesquels on a indiqué l'emplacement des coupons avec de la peinture au pistolet. Après le balayage 3D ou la récupération des coupons, les wagons concernés ont à leur tour été libérés aux fins de leur mise au rebut.
- 2.2.6 Les résultats détaillés de l'inspection des 63 wagons-citernes déraillés sont présentés à l'annexe A (tableaux A-1 à A-63 et figures A-1 à A-63, respectivement). L'annexe B présente des photos in situ montrant l'orientation et la position relative de wagons-citernes sélectionnés.

### **2.3 Identification des wagons-citernes déraillés**

- 2.3.1 Le fini extérieur et les inscriptions au pochoir de nombreux wagons-citernes ont été endommagés au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement, ce qui a empêché d'identifier la marque et le numéro des wagons. On a pu identifier certains wagons à partir des marques estampillées sur leur longrine tronquée, leur plaque-couvercle des raccords supérieurs ou leurs têtes. La figure 2 montre des exemples représentatifs de tels marquages. La figure 2a montre la marque estampillée « TILX 316395 » sur la longrine tronquée du wagon n° 33 sur le terrain, identifiant ce wagon-citerne comme étant le WFIX 130603 (un des wagons ayant reçu une nouvelle marque; se reporter au paragraphe 2.1.3 et au tableau 1). La figure 2b montre la marque estampillée « NATX 310412 » sur la plaque-couvercle des raccords supérieurs du wagon n° 35 sur le terrain, identifiant ce wagon-citerne comme étant le NATX 310412. La figure 2c montre un numéro de série « R50175-182 » estampillé sur la tête du wagon n° 21 sur le terrain, identifiant ce wagon-citerne comme étant le NATX 310581 (n° 27 dlc).
- 2.3.2 L'AAR Manual of Standards and Recommended Practices (manuel des normes et des pratiques recommandées) exige que « tous les wagons-citernes commandés après le 31 décembre 2003 soient équipés de deux plaques d'identification en

acier inoxydable identiques. Les plaques doivent être d'au moins 3/32 pouce d'épaisseur et être fixées en permanence par soudage ou attaches mécaniques à un endroit visible sur les surfaces intérieures des âmes des traverses pivots aux positions AR et BL » (traduction)<sup>6</sup>. La figure 3a montre un exemple d'une plaque d'identification AAR observée sur un wagon relativement non endommagé. La figure 3b montre un exemple représentatif d'une plaque d'identification fixée par soudage – le texte était encore lisible, même si le wagon avait été gravement endommagé par le feu. Sur certains wagons, les plaques d'identification étaient fixées par des attaches fabriquées avec un matériau à faible point de fusion. La plupart de ces plaques d'identification s'étaient détachées du wagon au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement (exemple représentatif dans la figure 3c). Une plaque d'identification ne présentait pas les éléments de texte exigés par l'AAR (figure 3d).

## 2.4 Description de la zone du déraillement

- 2.4.1 La voie principale croise la rue Frontenac, juste à l'ouest du branchement ouest de Mégantic. Ce branchement est un modèle n° 11, armé de rails de 115 livres et à aiguillage à gauche, conçu pour une vitesse maximale de 15 mi/h. Il est situé au point milliaire 0,23, ses aiguilles orientées vers l'ouest. Le branchement se trouve dans le raccordement d'entrée d'une courbe à droite de 4,25 degrés dans la direction du mouvement. La zone du déraillement commence au point milliaire 0,23, juste à l'est du passage à niveau public de la rue Frontenac, et s'étend sur la voie principale, 3 voies de triage adjacentes et la voie ouest du triangle de virage. Les différentes voies sont indiquées par un tireté rouge dans la figure B-1. Au moment de l'accident, 2 rames de wagons couverts étaient stationnées sur les voies de triage adjacentes. La figure B-2a est une vue aérienne de la zone du déraillement montrant l'orientation des bouts A et B de chaque wagon-citerne au moment où il s'est immobilisé, ainsi que la direction de l'extrémité avant du wagon préalablement au déraillement (indiquée par des flèches rouges dans la figure B-2a). Trente-deux (32) wagons se sont immobilisés sur leur côté, 18 sont restés debout et 13 se sont renversés sens dessus dessous (figure B-2b).
- 2.4.2 Le wagon couvert et les 8 premiers wagons-citernes déraillés (n° 3 à 10 dlc) se sont arrêtés entre la voie principale et la voie ouest du triangle de virage (figure B-3a). Le wagon n° 3 dlc s'est arrêté avec son bout B adjacent à un wagon couvert stationné sur la voie de triage 2 (figure B-3b). La figure B-3c est une photo in situ qui montre une marque sur le sol provenant des raccords supérieurs du wagon n° 5 dlc. Cette marque sur le sol donne à penser que le wagon concerné a glissé sur son côté sur une certaine distance avant de s'immobiliser. La figure B-3d montre l'état des voies de triage 1 et 2 vues par l'arrière le long de la direction de cette marque sur le sol. Le rail s'est rompu en plusieurs endroits et un morceau a été courbé vers l'arrière à un angle de 180 degrés. La figure B-3e est une photo in situ montrant une marque sur le sol et une traînée de débris qui provenaient des wagons n° 8 et 9 dlc. Ces indices suggèrent que les wagons en question ont suivi une trajectoire située approximativement entre les voies de triage 2 et 3 avant de s'immobiliser. Le wagon n° 10 dlc s'est arrêté avec son

---

<sup>6</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002] Appendix C 4.0 Tank Identification Plates

extrémité avant la plus proche de l'extrémité arrière du wagon n° 9 dlc (figure B-2a). Cette situation laisse entendre que le wagon n° 10 dlc est resté raccordé aux deux autres wagons sur une certaine distance et que son extrémité arrière a pivoté vers l'extérieur au moment du désaccouplement.

- 2.4.3 Les 2 wagons déraillés suivants (n<sup>os</sup> 11 et 12 dlc) se sont immobilisés sur leur côté, à peu près parallèlement à la voie ouest du triangle de virage. La traverse pivot AR du wagon n° 12 dlc a été transpercée par deux rails provenant d'un aiguillage (figures A-10e, A-10f, B-4a et B-4c). On estime fort probable que ces rails ont servi d'ancrage pour le wagon déraillé. Le wagon a sans doute été poussé sur une courte distance dans la direction du mouvement, avant que les rails encastrés dans la traverse pivot empêchent tout autre mouvement. La figure A-10d est une photo in situ montrant à l'extrémité avant du wagon une pile de ballast créée par ce mouvement vers l'avant. La figure A-10d montre également les graves dommages attribuables aux chocs subis par l'extrémité arrière du wagon n° 12 dlc quand il a été percuté par le wagon n° 13 dlc.
- 2.4.4 La plupart des wagons-citernes déraillés situés derrière le wagon n° 12 dlc se sont mis en portefeuille<sup>7</sup> en direction du triangle de virage (figures B-4b et B-4c). À mesure qu'augmentait le nombre de wagons dans la pile, certains wagons étaient poussés de force dans le sol, tandis que d'autres étaient projetés sur le côté ou finalement, sur le dessus de la pile (figures B-4b, B-5a et B-5b). Ainsi, les wagons n<sup>os</sup> 21, 43, 55, 63, 64 et 65 dlc se sont immobilisés à un léger angle par rapport à la direction du mouvement ou en parallèle avec celle-ci. La figure B-6a montre une partie de la pile où les wagons-citernes déraillés ont été partiellement enfouis et écrasés l'un contre l'autre. Dans l'empilement principal, jusqu'à trois wagons-citernes déraillés se sont empilés les uns sur les autres (figures B-6b, B-6c et B-6d). La figure B-7 montre la position relative de 3 de ces wagons (n<sup>os</sup> 38, 39 et 55 dlc) après le retrait des wagons voisins au cours des opérations de remédiation. Visiblement, ces wagons ont été fortement écrasés l'un contre l'autre. Le dernier wagon mis en portefeuille (n° 62 dlc) a subi des chocs latéraux de la part des wagons n<sup>os</sup> 63 et 64.

## 2.5 Dommages à la coque

- 2.5.1 Le tableau 4 résume l'état des coques observé sur les wagons-citernes déraillés. Vingt et un (21) wagons ne présentaient aucune brèche dans leur coque. De ces 21 wagons, 4 (les wagons n<sup>os</sup> 6, 11, 64 et 65 dlc) n'avaient aucune bosselure, tandis que 17 (n<sup>os</sup> 5, 7, 8, 9, 10, 13, 16, 19, 21, 27, 29, 33, 34, 35, 36, 37 et 61 dlc) affichaient des déformations allant de bosselures localisées (figure A-5e) au flambage à grande échelle (figure A-31c). Les déformations observées sur les coques des citernes étaient le signe de chocs avec des corps allant d'objets petits et relativement pointus (attelage, traverse pivot) à de gros objets arrondis (tête d'un autre wagon).

---

<sup>7</sup> Empilement avec alternance de la direction des wagons

**Tableau 4: Résumé des dommages aux coques**

État	Nbre de wagons touchés
Aucune bosselure	4
Déformé/bosselé, sans brèche	17
Brèches causées par des dommages attribuables aux chocs	37
Brèches causées par des ruptures thermiques	4
Inconnu <sup>8</sup>	1

2.5.2 La coque de 37 wagons-citernes présentait une ou des brèches résultant de dommages attribuables aux chocs. La figure 4 montre l'emplacement, à l'intérieur de la zone du déraillement, des wagons contenant des brèches de coque causées par des dommages attribuables aux chocs. La coque de quatre (4) wagons avait subi des ruptures thermiques – il est question plus en détail de ces wagons à la section 2.10.

2.5.3 En raison du grand nombre de wagons déraillés et du temps limité pour l'inspection de chacun d'eux, on n'a pas pu mesurer les dimensions de chaque brèche. Cependant, les brèches de coque peuvent être regroupées en trois catégories dimensionnelles qualitatives :

- « grandes brèches » : brèches dont les dimensions correspondent au diamètre du wagon. On en trouve des exemples représentatifs dans les figures A-23f, A-30d, A-48g, A-52c et A-57c (wagons n<sup>os</sup> 25, 32, 50, 54 et 59 dlc, respectivement).
- « brèches moyennes » : brèches dont les dimensions correspondent au diamètre du manchon du trou d'homme (environ 20 pouces). On en trouve des exemples représentatifs dans les figures A-1a, A-29d, A-39d et A-56d (wagons n<sup>os</sup> 3, 31, 41 et 58 dlc, respectivement).
- « petites brèches » : brèches dont les dimensions sont de l'ordre de quelques pouces. On en trouve des exemples représentatifs dans les figures A-43b et A-54d (wagons n<sup>os</sup> 45 et 56 dlc, respectivement).

Le tableau 5 résume les brèches les plus grosses observées sur chaque wagon et le nombre de wagons touchés. L'emplacement des wagons avec brèches de différentes dimensions est indiqué dans la figure 5. Les brèches de coque (33 sur 37) sur la majorité des wagons qui en présentaient étaient de moyennes à grandes.

<sup>8</sup> Le wagon PROX 44150 (n° 60 dlc) a été mis au rebut sans avoir fait l'objet d'une inspection de la part de l'équipe d'enquête du BST ou de celle du Projet de sécurité RSI-AAR. Selon l'information disponible fournie par les photos in situ ou aériennes, la coque de ce wagon a été considérablement déformée, mais on ne pouvait pas confirmer si elle avait subi une brèche.

**Tableau 5: Dimensions des brèches de coque<sup>9</sup>**

Taille de la brèche	Nbre de wagons touchés	N° dans le convoi (dlc)
Grande		
Moyenne		
Petite		

- 2.5.4 L'examen visuel des brèches de coque sur le terrain a révélé des caractéristiques telles que des surfaces de rupture inclinées, un aspect rugueux et une déformation plastique localisée, indiquant un mode de rupture ductile causée par des contraintes excessives. Aucun signe de défaillance par fatigue n'a été observé. Occasionnellement, la brèche était liée à une des soudures joignant les sections de coque; des exemples représentatifs à ce sujet se trouvent sur les wagons ACFX 76605, tableau A-23, et TILX 316622, tableau A-52. Cependant, de telles surfaces de rupture étaient généralement situées dans des parties extrêmement déformées de la coque, et rien n'indiquait qu'une soudure défectueuse avait contribué à la rupture.
- 2.5.5 Des wagons-citernes présentant divers degrés de dommages attribuables aux chocs ont été sélectionnés à des fins de mesure au moyen d'une technique de balayage laser à trois dimensions (3D), dont les résultats sont résumés dans le tableau 6<sup>10</sup>. La coque de ces wagons présentait des dommages attribuables aux chocs allant d'un flambage localisé (wagon n° 61 dlc) au flambage à grande échelle (wagons n<sup>os</sup> 25, 35, 38 et 42 dlc). Le wagon TILX 316570 (n° 12 dlc) a été soumis lui aussi à un balayage, car il était représentatif d'une grande rupture causée par un choc axial (sur la tête). Cette grande rupture de coque avait une longueur mesurée de 3,9 m, pour une surface d'environ 1,1 m<sup>2</sup>.
- 2.5.6 L'analyse des balayages laser 3D a révélé que les citernes en question avaient subi des réductions importantes de volume, près de 40 % pour le wagon le plus déformé. Les changements transversaux dans la partie la plus déformée de la coque des wagons-citernes ont montré des réductions de jusqu'à 75 %. Quant à la longueur des wagons-citernes, on a mesuré des réductions relativement modestes, d'environ 0,5 à 2,7 %. De tels résultats ne sont pas inattendus, puisqu'il est établi que les citernes ont une plus grande complaisance sous des chocs latéraux que dans la direction axiale<sup>11</sup>. Le rayon de courbure mesuré à un pli de flambage prononcé dans la paroi du wagon WFIX 130545 était de l'ordre de 0,1 m, comparativement à un rayon de coque non endommagée de 1,524 m.

<sup>9</sup> N'inclut pas les ruptures thermiques

<sup>10</sup> Mesures du volume des wagons-citernes dans le rapport du Laboratoire d'ingénierie LP165/2013

<sup>11</sup> S. W. Kirkpatrick, *Detailed Puncture Analyses Tank Cars: Analysis of Different Impactor Threats and Impact Conditions*, (Final Report to the Federal Railroad Administration Office of Research and Development, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.), mars 2013

**Tableau 6: Résumé des balayages laser 3D**

Paramètre	Pourcentage de changement par rapport à un wagon non endommagé (une valeur négative indique une réduction)					
	Wagon n° 12 TILX 316570	Wagon n° 25 ACFX 76605	Wagon n° 35 WFIX 130545	Wagon n° 38 ACFX 71505	Wagon n° 42 CTCX 735572	Wagon n° 61 TILX 316533
Volume de la citerne	-5,52	-39,7	-26,8	-22,8	-11,2	-2,7
Longueur de la citerne	-0,77	-2,76	-1,58	-2,42	-0,60	-0,51
Superficie de la section transversale de la citerne	-17 <sup>A</sup>	-73,6 <sup>B</sup>	-52,8 <sup>B</sup>	-53,3 <sup>B</sup>	-17,7 <sup>B</sup>	-11,5 <sup>C</sup>

<sup>A</sup> mesuré à côté de la rupture

<sup>B</sup> mesuré dans la région la plus déformée

<sup>C</sup> mesuré au pli de flambage transversal

## 2.6 Dommages aux têtes

2.6.1 Le tableau 7 résume l'état des têtes observé sur les wagons-citernes déraillés. Trente-deux (32) wagons ne présentaient aucune brèche dans leurs têtes. De ces 32 wagons, 4 n'avaient aucune bosselure, tandis que 28 affichaient des déformations allant de bosselures localisées (wagon n° 16 dlc, figure A-14b) à des bosselures profondes s'étendant sur la plus grande partie de la tête (wagon n° 20 dlc, figure A-18g). Les déformations observées sur les têtes de citerne étaient le signe de chocs avec des corps allant d'objets petits et relativement pointus (attelage, traverse pivot) à de gros objets arrondis (tête d'un autre wagon). De nombreuses bosselures étaient liées à des rainures ou à des éraflures.

**Tableau 7: Résumé des dommages aux têtes**

État	Nbre de wagons touchés	N° dans le convoi (dlc)
Aucune bosselure ni brèche	4	4, 11, 13, 65
Bosselée, sans brèche	28	5, 10, 12, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 30, 31, 32, 35, 37, 39, 40, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 59, 61, 64
Brèche(s) dans la partie inférieure de la tête	10	15, 19, 28, 33, 42, 45, 52, 54, 60, 63
Brèche(s) dans la partie supérieure de la tête	21	3, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 25, 27, 29, 34, 36, 38, 41, 44, 46, 53, 55, 56, 58, 62

2.6.2 Trente et un (31) wagons contenaient au moins une brèche de tête. La figure 6 montre l'emplacement, à l'intérieur de la zone du déraillement, des wagons avec des brèches de tête. Dix (10) wagons avaient au moins une brèche dans la partie inférieure de la tête (au-dessous de la mi-hauteur). Vingt et un (21) wagons avaient une brèche dans la partie supérieure de la tête (à la mi-hauteur ou au-dessus). Plusieurs wagons présentaient une brèche sur le côté d'une tête ou près de la soudure tête-coque; ces brèches ont été comptées comme des brèches de tête. La plupart des brèches de tête mesuraient de quelques pouces à moins d'un pied. Ces brèches comprenaient des perforations par un rail (wagons n<sup>os</sup> 3 et 6 dlc,

figures A-1a et A-4d), des brûlures par rail<sup>12</sup> (wagons n<sup>os</sup> 8 et 9 dlc, figures A-6d et A-7d) et des perforations causées par des chocs avec des objets plus gros, tels des attelages, bogies ou des traverses pivots (wagons n<sup>os</sup> 19 et 27 dlc, figures A-17d et A-25a). Trois (3) wagons arboraient de grandes brèches de tête – wagon n<sup>o</sup> 25 dlc (figures A-23a et A-23c), wagon n<sup>o</sup> 36 dlc (figure A-34b) et wagon n<sup>o</sup> 58 dlc (figure A-56a). Ces grandes brèches de tête étaient liées à une déformation et à un écrasement important de la tête et de la coque adjacente.

2.6.3 Tous les wagons (sauf les 4 non endommagés indiqués dans le tableau 7) présentaient une certaine forme de dommages attribuables aux chocs (bosselures ou brèche) dans la partie supérieure d'au moins une tête. Cette situation n'est pas inattendue, puisque la majorité de ces wagons se sont immobilisés sur leur côté ou sens dessus dessous, ce qui par conséquent rapprochait du sol la partie supérieure des têtes et augmentait le risque de choc avec des objets comme un rail, des attelages ou des traverses pivots. Il convient de noter que les têtes de certains wagons, bien que considérablement déformées, ne présentaient aucune perforation (par exemple, les wagons n<sup>os</sup> 48 et 51 dlc, figures A-46b et A-49a). Cette situation est généralement liée à un écrasement important de la coque dans le voisinage de la tête, ce qui est compatible avec un choc latéral (wagon n<sup>o</sup> 43 dlc, figure A-41a). Dans certains cas, les déformations importantes d'une tête et de la coque ont amené la première à se séparer de la seconde (wagon n<sup>o</sup> 52 dlc, figure A-50d). Ce type de brèche a été considéré comme une grande brèche de coque et est pris en compte dans le résumé des dommages présenté au tableau 5.

2.6.4 L'examen visuel des brèches de tête sur le terrain a révélé des caractéristiques telles que des surfaces de rupture inclinées, un aspect rugueux et une déformation plastique localisée, indiquant un mode de rupture ductile causée par des contraintes excessives. Aucun signe de défaillance par fatigue n'a été observé.

## 2.7 Dommages aux raccords supérieurs

2.7.1 Le tableau 8 résume l'information pertinente relative aux raccords supérieurs installés sur les wagons-citernes déraillés. Tous les wagons en question étaient équipés d'un manchon et d'une bride (plaque-couvercle) de déchargement par le haut auxquelles étaient fixés plusieurs raccords. Sur les 32 wagons construits selon le CDC L116012A, l'enceinte des raccords supérieurs constituait une structure protectrice conforme aux exigences de l'AAR en matière de protection des raccords supérieurs pour les wagons-citernes non pressurisés<sup>13</sup>. Les structures de protection des discontinuités supérieures « doivent être aussi hautes que le raccord le plus haut concerné, assurer la protection de ces raccords sans imposer de contraintes excessives à la paroi et aux manchons de la citerne lorsque ces structures sont soumises à des forces de 1/2 W dans la direction descendante verticale, de 1 W à l'horizontale dans la direction longitudinale et de 1/2 W à l'horizontale dans la direction latérale » (traduction); où W (symbole provenant de l'anglais « weight ») correspond à la charge brute de conception exercée sur le rail par le wagon, à l'exclusion de ses bogies<sup>14</sup>. Les 31 autres wagons étaient

<sup>12</sup> Une brûlure par rail est un dommage causé à la citerne par un contact avec le rail

<sup>13</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 2, paragraphe 2.6

<sup>14</sup> Ibid., annexe E, partie 10.2



équipés d'enceintes protectrices à charnières faites d'un matériau d'une épaisseur minimale de 0,119 pouce, comme le prescrit la disposition 179.200-16(g) du titre 49 du CFR.

**Tableau 8: Information relative aux raccords supérieurs**

Constructeur	Nbre de wagons	CDC	Dispositif de déchargement par le haut	Type de protection
Trinity	32	L116012A	Manchon multi-enceinte de 20 po de diamètre avec plaque-couvercle boulonnée, soupapes à bille de 3 et de 2 po, soupape casse-vide et soupape de décharge de pression	Enceinte en acier au carbone à paroi de 3/4 po d'épaisseur avec couvercle plat à charnières de 1/4 po d'épaisseur, conforme aux exigences de l'AAR pour la protection des discontinuités supérieures
	2	L066085	Manchon multi-enceinte de 15 po de diamètre avec plaque-couvercle boulonnée, soupapes à bille de 2 po et de 1 po et soupape casse-vide	Enceinte protectrice à charnières à dessus plat, d'une épaisseur de 0,1198 po
Gunderson	9	L114001	Manchon et bride de déchargement par le haut de 15 po de diamètre avec soupapes à bille de 3 et de 2 po	Enceinte protectrice à charnières à dessus plat
ARI	9	F111018	Manchon et bride de déchargement par le haut de 15 po de diamètre avec soupape à bille de 3 po, dispositif d'entrée d'air et soupape casse-vide	Enceinte protectrice à charnières à dessus plat
	1	F071004C		
ACF	1	A801029A	Manchon et bride de déchargement par le haut de 15 3/8 po de diamètre avec soupapes à bille de 2 po et de 1 po et soupape casse-vide	Enceinte protectrice à charnières en forme de dôme, d'une épaisseur de 0,1198 po
	2	A811019A		
	1	A861020		
	1	A911018B		
	1	A841016	Manchon et bride de déchargement par le haut de 19 3/4 po de diamètre avec soupape à bille de 3 po, dispositif d'entrée d'air et soupape casse-vide	Enceinte protectrice à charnières à dessus plat, d'une épaisseur de 0,1198 po
Union Tank Car	2	F067034B	Manchon et bride de déchargement par le haut avec dispositifs de siphonage et d'entrée d'air	Enceinte protectrice à charnières à dessus plat
	1	F067036B		
	1	F067040A		

2.7.2 La figure A-28e (wagon n° 30 dlc) montre un exemple représentatif d'une enceinte de protection des discontinuités supérieures ne présentant pas de dommage. Les figures A-56e et A-61f (wagons n<sup>os</sup> 58 et 63 dlc, respectivement) sont des exemples représentatifs des enceintes protectrices à charnières.

2.7.3 Le tableau 9 résume les dommages aux raccords supérieurs observés sur les 32 wagons équipés d'enceintes de protection des discontinuités supérieures.

Vingt-sept (27) wagons ont subi une certaine forme de dommages attribuables aux chocs à l'enceinte protectrice. Les raccords de 4 wagons dont l'enceinte était endommagée étaient sectionnés ou autrement compromis. Dans le cas de 3 wagons avec brèche à leurs raccords supérieurs (wagons n<sup>os</sup> 31, 32 et 54 dlc), la paroi et le couvercle de l'enceinte s'étaient séparés de la plaque-couvercle du manchon de déchargement par le haut (figures A-29e, A-30e et A-52e). Sur le quatrième wagon (n° 52 dlc), la paroi de l'enceinte protectrice était déformée et le couvercle s'était détaché par suite de dommages attribuables aux chocs (figure A-50g).

2.7.4 Le tableau 10 résume les dommages aux raccords supérieurs des 31 wagons dotés d'une enceinte protectrice. L'enceinte protectrice sur 26 wagons avait subi des dommages attribuables aux chocs ou manquait. Les raccords supérieurs de 16 wagons présentaient une brèche résultant de ces dommages. On trouve sur les wagons CTCX 735629 (n° 24 dlc, figure A-22e) et NATX 303128 (n° 41 dlc, figure A-39f) des exemples représentatifs d'enceintes protectrices endommagées par un impact. La figure 7 montre l'emplacement, dans la zone du déraillement, des wagons avec brèche à leurs raccords supérieurs.

**Tableau 9: Dommages aux raccords supérieurs sur les wagons munis d'une enceinte de protection des discontinuités supérieures**

État	Nbre de wagons touchés	N° dans le convoi (dlc)
Enceinte ne présentant aucun dommage attribuable aux chocs visible	5	10, 11, 30, 35, 64
Enceinte avec dommages attribuables aux chocs et couvercle encore en place	20	3, 4, 5, 6, 12, 14, 16, 18, 19, 22, 34, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 61
Enceinte avec dommages attribuables aux chocs et couvercle manquant	4	23, 29, 43, 52
Enceinte manquante	3	31, 32, 54
Brèche aux raccords supérieurs	4	31, 32, 52, 54

**Tableau 10: Dommages aux raccords supérieurs sur les wagons munis d'une enceinte protectrice**

État	Nbre de wagons touchés	N° dans le convoi (dlc)
Enceinte ne présentant aucun dommage attribuable aux chocs visible	4	56, 60, 63, 65
Enceinte avec dommages attribuables aux chocs	12	8, 9, 20, 24, 26, 28, 33, 39, 42, 51, 53, 58
Enceinte manquante	14	7, 13, 15, 17, 21, 25, 27, 36, 37, 38, 40, 41, 57, 62
Brèche aux raccords supérieurs	16	7, 13, 15, 17, 21, 25, 26, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 57, 62
Inconnu <sup>15</sup>	1	59

<sup>15</sup> Non visible pour l'inspection

## 2.8 Dommages aux DDP

- 2.8.1 Les dispositifs de décharge de pression (DDP) ont pour fonction d'empêcher la montée de la pression interne au-delà d'une valeur prescrite, montée résultant d'une exposition à des conditions anormales. La réglementation fédérale exige que la pression de début de décharge (pression DD) d'un DDP ne soit pas inférieure à une pression de 75 lb/po<sup>2</sup> au manomètre<sup>16</sup> ou ne dépasse pas 33 pour cent de la pression d'éclatement minimale de la citerne<sup>17</sup>. Comme les wagons-citernes DOT 111A100W1 ont une pression d'éclatement minimale de la citerne de 500 lb/po<sup>2</sup> au manomètre<sup>18</sup>, leur pression DD maximale est de 165 lb/po<sup>2</sup> au manomètre. Dans le cas présent, le DDP sur 48 wagons avait une pression DD de 75 lb/po<sup>2</sup> au manomètre; sur les 18 autres wagons, cette pression était de 165 lb/po<sup>2</sup> (tableau 11). Les 7 wagons construits par ACF comptaient 2 DDP placés de chaque côté de l'enceinte protectrice des raccords supérieurs et du trou d'homme. Les autres wagons possédaient 1 DDP. Le DDP des 32 wagons construits selon le CDC L116012A était fixé à la plaque-couvercle du manchon multi-enceinte des raccords supérieurs, à l'intérieur de l'enceinte de protection des discontinuités supérieures. Sur les 31 autres wagons, les DDP étaient fixés à un manchon de soupape de sécurité lui-même attaché au sommet de la citerne.
- 2.8.2 En plus de différentes pressions DD, les DDP sont conçus avec différentes capacités de débit. Un DDP qui permet d'évacuer un produit à un débit supérieur à 27 000 pscm<sup>19</sup> est considéré comme ayant un haut débit. Dans le cas présent, 22 wagons étaient équipés de DDP assurant un débit réel supérieur à 27 000 pscm, y compris les 15 wagons avec une pression DD de 165 lb/po<sup>2</sup> au manomètre. La pression DD et la capacité de débit déterminent ensemble l'efficacité avec laquelle le DDP peut réduire la pression dans un wagon-citerne.
- 2.8.3 Au cours d'un déraillement, les DDP peuvent se retrouver dans l'espace liquide d'un wagon-citerne en raison de l'orientation de celui-ci après le déraillement. Il convient de noter que les soupapes de décharge de pression conçues pour le service compressible (vapeur) peuvent ne pas fournir les mêmes caractéristiques opérationnelles qu'en service liquide; les liquides, en effet, ne fournissent pas les forces d'expansion propres aux vapeurs<sup>20</sup>. Cette réalité doit être prise en considération quand on calcule la capacité d'un DDP à évacuer la pression sur un wagon renversé sens dessus dessous. L'AAR exige que le coefficient de décharge<sup>21</sup> soit de 0,8 pour les vapeurs et de 0,6 pour les liquides. Il est permis d'utiliser d'autres coefficients de décharge si les données réelles sur les essais de débit le justifient<sup>22</sup>.

<sup>16</sup> Pression manométrique (relative à l'atmosphère ambiante) en livres par pouce carré

<sup>17</sup> Disposition 179.15(b)(2)(i) du titre 49 du CFR

<sup>18</sup> Disposition 179.200-1 du titre 49 du CFR

<sup>19</sup> Pieds cubes standard par minute

<sup>20</sup> API Recommended Practice 520, Seventh Edition, January 2000, 2.2 Pressure Relief Valves

<sup>21</sup> Le coefficient de décharge est le rapport entre le débit réel et le débit d'un conduit idéal avec un orifice de même superficie

<sup>22</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 2, paragraphe 2.2.15

**Tableau 11: Information relative aux DDP**

Constructeur	Nbre de wagons	CDC	Nbre de DDP	Pression de début de décharge (en lb/po <sup>2</sup> au manomètre)	Capacité de débit réelle (en pcm)
Trinity	32	L116012A	1	75	20 464
	2	L066085	1	165	35 608
Gunderson	9	L114001	1	165	38 902
ARI	8	F111018	1	75	20 605
	1	F071004C	1	75	20 605
ACF	1	A801029A	2	75	35 660
	2	A811019A	2	75	35 660
	1	A841016	2	75	35 660
	1	A851028	2	75	35 660
	1	A861020	2	75	35 660
	1	A911018B	2	75	33 808
Union Tank Car	2	F067034B	1	165	38 902
	1	F067036B	1	165	38 902
	1	F067040A	1	165	38 902

2.8.4 Les DDP de 12 wagons déraillés présentaient une brèche causée par des dommages attribuables aux chocs. Des 32 wagons avec DDP situé à l'intérieur de l'enceinte de protection des discontinuités supérieures, seulement 3 comptaient un DDP avec brèche (wagons n<sup>os</sup> 31, 32 et 54 dlc – voir les figures A-29e, A-30e et A-52e). Par ailleurs, sur 9 des 31 wagons munis de DDP non protégés, ceux-ci présentaient une brèche (wagons n<sup>os</sup> 21, 24, 25, 33, 37, 38, 56, 57 et 62 dlc – voir les figures A-19e, A-22e, A-23h, A-31f, A-35g, A-36h, A-54f, A-55e et A-60f). La figure 8 indique l'emplacement, à l'intérieur de la zone du déraillement, des wagons dont les DDP présentaient une brèche.

## 2.9 Dommages aux robinets de déchargement par le bas (RDB)

2.9.1 Les wagons-citernes déraillés possédaient différents types de RDB et de protection dans le bas. Six (6) wagons (n<sup>os</sup> 17, 25, 36, 38, 39 et 58 dlc) étaient équipés d'un robinet interne à tournant à fermeture automatique, avec une bride de fixation conique satisfaisant aux exigences de niveau A de l'AAR en matière de protection<sup>23</sup>. Tous les autres wagons-citernes (57) étaient munis d'un robinet externe avec soupape à bille de 4 po ainsi que d'un dispositif de protection contre le glissement moulé ou mécano-soudé, en conformité avec les exigences de l'AAR<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], annexe E, paragraphe 10.1.5.1

<sup>24</sup> Ibid., paragraphe 10.1.2

2.9.2 Le tableau 12 résume les dommages aux robinets de déchargement par le bas observés sur les wagons déraillés. Sur 26 wagons, les dispositifs de protection contre le glissement avaient subi une certaine forme de dommages attribuables aux chocs, dans la plupart des cas une déformation ou une fissuration causée par des chocs latéraux (voir un exemple représentatif à la figure A-40f). Le dispositif de protection contre le glissement de 4 wagons (n<sup>os</sup> 45, 51, 52 et 57 dlc) présentait d'importants dommages attribuables aux chocs, tels qu'une rupture ou la séparation des soudures entre le dispositif et la coque. Il convient de noter que la coque de ces wagons était considérablement déformée dans le voisinage du dispositif de protection contre le glissement, indication que la citerne avait été soumise à des forces attribuables aux chocs élevées (voir un exemple représentatif dans la figure A-49g). Un examen visuel sur le terrain des surfaces de rupture des dispositifs de protection contre le glissement a révélé des caractéristiques compatibles avec un mode de défaillance causée par des contraintes excessives.

**Tableau 12: Résumé des dommages aux robinets de déchargement par le bas**

Dispositif de protection contre le glissement		Ensemble de la poignée		Manchon du RDB	
État	Nbre de wagons touchés	État	Nbre de wagons touchés	État	Nbre de wagons touchés
Aucun dommage attribuable aux chocs	29	Aucun dommage attribuable aux chocs		Aucun dommage attribuable aux chocs	25
Endommagé par un choc	26	Déformé ou endommagé par un choc		Cisaillé, laissant à découvert la soupape à bille du RDB <sup>25</sup>	33
Wagon sans dispositif de protection contre le glissement	6	Manquant		Cisaillé, laissant à découvert le tournant du RDB	3
Inconnu <sup>26</sup>	2	Inconnu		Inconnu	2

2.9.3 L'AAR exige que « la poignée du robinet de déchargement par le bas, sauf si elle est rangée séparément, soit conçue de manière qu'aux chocs elle se déforme ou se libère par rupture, ou que, dans la position fermée, elle soit située au-dessus de la surface inférieure du dispositif de protection contre le glissement » (traduction)<sup>27</sup>. Dans le cas présent, sur 43 wagons, l'ensemble de la poignée du RDB était déformé, endommagé par un choc ou manquant (tableau 12).

2.9.4 Sur 36 wagons, le manchon du RDB avait été cisaillé à la bride de fixation (point de rupture prévu), laissant ainsi à découvert la soupape à bille (33 wagons) ou le tournant (3 wagons) du RDB. Les tournants à découvert étaient fermés sans aucun

<sup>25</sup> Comprend le wagon n° 23 dlc (TILX 316556) sur lequel l'ensemble capuchon-bouchon s'est cisaillé, laissant à découvert la bille du RDB

<sup>26</sup> Non visible pour l'inspection

<sup>27</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], annexe E, paragraphe 10.1.2.8

- signe de fuite (wagons n<sup>os</sup> 36, 39 et 58 dlc, figures A-34f, A- 37g et A-56g). Cependant, sur 7 des 33 wagons où les soupapes à billes étaient à découvert (wagons n<sup>os</sup> 23, 34, 35, 45, 46, 61 et 64 dlc), la bille était ouverte en tout ou en partie ou laissait fuir visiblement du produit (voir les figures A-21h, A-32f, A-33h, A-43f, A-44d, A-59h et A-62g). On a remarqué que, sur ces mêmes wagons, l'ensemble de la poignée était endommagé ou manquant. La figure 9 montre l'emplacement, à l'intérieur de la zone du déraillement, des 7 wagons dont le RDB présentait une brèche. Ces wagons-citernes se sont immobilisés sur leur flanc droit (wagons n<sup>os</sup> 23 et 34 dlc) ou en position debout (wagons n<sup>os</sup> 35, 45, 46, 61 et 64 dlc). Par conséquent, la brèche créée par la bille en partie ou totalement ouverte du RDB aurait permis au produit de se déverser.
- 2.9.5 Des résidus du produit ont été observés sur l'extérieur du manchon du RDB de certains wagons (n<sup>os</sup> 15 et 37 dlc - voir les figures A-13h et A-35f) et sur la soupape à bille à découvert (wagons n<sup>os</sup> 8, 16, 49 et 55 dlc – voir les figures A-6h, A-14f, A-47d et A-53h), ce qui donne à penser qu'une certaine quantité du produit a suinté hors de ces RDB.
- 2.9.6 Généralement, des joints d'étanchéité élastomériques sont utilisés avec les RDB. Une chaleur excessive dégrade progressivement les élastomères et en détériore la performance. Les joints d'étanchéité exposés à des températures élevées ou à une chaleur prolongée peuvent connaître une défaillance prématurée qui conduit à des fuites. Une température au-dessus de 350 °F (177 °C) est considérée comme une température élevée pour ce type de matériau<sup>28</sup>. La documentation disponible fait état de températures de l'ordre de 900 à 1100 °C sévissant au sein de feux en nappe<sup>29</sup>. Ainsi, il est probable que le suintement observé sur les RDB en question résulte des dommages à haute température causés aux joints d'étanchéité des RDB lors de l'incendie qui a suivi le déraillement.
- 2.10 Ruptures thermiques**
- 2.10.1 Une rupture thermique se produit quand un wagon-citerne est exposé à des températures élevées, comme celles résultant d'un incendie consécutif à un déraillement. À mesure qu'augmente la température à l'intérieur de la citerne, le produit se vaporise, entraînant un accroissement de sa pression interne ainsi que des contraintes dans la paroi de la citerne. Avec la hausse des températures, la résistance des alliages métalliques diminue alors que leur ductilité augmente, bien qu'on puisse rencontrer divers phénomènes de fragilisation<sup>30</sup>. À terme, si la pression interne n'est pas évacuée par le DDP, la citerne se rompt quand les contraintes dans la paroi dépassent la résistance à la rupture du matériau de la citerne. De telles ruptures sont particulièrement énergétiques en raison de la libération soudaine de la pression accumulée, ce qui se traduit par de grandes boules de feu.
- 2.10.2 Les systèmes de protection thermique pour les wagons-citernes sont constitués de divers matériaux ou revêtements isolants qui peuvent être recouverts d'une

<sup>28</sup> <http://www.stockwell.com/high-temp-gaskets.php>, site Web consulté le 16 février 2014

<sup>29</sup> SPFE Handbook of Fire Protection Engineering, 4th Edition (National Fire Protection Association, 2008), page 3-295

<sup>30</sup> Metals Handbook 9th Ed. Vol.12 Fractography (ASM International, 1987), pages 121-122

enveloppe externe en acier. Une fois installé sur un wagon-citerne, le système de protection thermique doit empêcher tout rejet du contenu du wagon (sauf par le DDP) durant 100 minutes dans le cas d'un feu en nappe et 30 minutes dans le cas d'un feu de torche<sup>31</sup>. Dans le cas présent, aucun des wagons-citernes déraillés ne possédait une protection thermique, qui n'était pas exigée au moment de la construction du wagon.

2.10.3 Quatre (4) wagons déraillés comportaient des ruptures de coque longitudinales qui ont été reconnues comme des ruptures thermiques (se reporter au tableau 4). Des observations détaillées de ces wagons sont présentées dans les tableaux A-2, A-16, A-24 et A-61; le tableau 13 en résume les points saillants. En comparant l'emplacement de chaque rupture thermique à l'orientation du wagon après son immobilisation, on a déterminé que toutes ces ruptures étaient situées dans l'espace vapeur de la citerne.

2.10.4 La figure 10 montre l'emplacement, à l'intérieur de la zone du déraillement, des wagons avec ruptures thermiques. Le wagon WFIX 130608 (n° 4 dlc) a été exposé au produit en feu qui s'est échappé par les perforations dans le wagon adjacent TILX 316547 (n° 3 dlc). Les 3 autres wagons se sont arrêtés contre l'empilement principal et ont été exposés au grand feu en nappe qui a suivi le déraillement. Le wagon n° 4 dlc ne comportait aucune autre brèche qui aurait pu contribuer à évacuer la pression interne (tableau 13). Les 3 autres wagons comportaient de petites brèches qui auraient pu évacuer une certaine partie de la pression accumulée.

**Tableau 13: Wagons avec ruptures thermiques**

N° dans le convoi (dlc)	Marque	Orientation du wagon déraillé	Emplacement de la rupture thermique	Autre brèche dans la citerne?
4	WFIX 130608	Côté gauche	Côté droit	Non
18	TILX 316333	Côté droit	Côté gauche	Petite perforation dans la tête du bout B
26	PROX 44293	Sens dessus dessous	Côté supérieur gauche	Raccord supérieur plié
63	NATX 310515	Debout et incliné à droite	Côté supérieur gauche	Petite perforation dans la tête du bout A

2.10.5 Le tableau 14 résume l'information relative aux DDP installés sur les wagons avec ruptures thermiques. Deux wagons possédaient un DDP dont la pression de déclenchement de décharge (pression DD) était de 75 lb/po<sup>2</sup> au manomètre, tandis qu'elle était de 165 lb/po<sup>2</sup> sur les 2 autres wagons. En comparant l'emplacement du DDP de chaque wagon à l'orientation de celui-ci après son immobilisation, on a déterminé que le DDP des 4 wagons en question se trouvait dans l'espace liquide de la citerne.

<sup>31</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 2, paragraphe 2.2.15

**Tableau 14: DDP sur les wagons avec ruptures thermiques**

N° dans le convoi (dlc)	Marque	Nbre de DDP	Pression de déclenchement de décharge (en lb/po <sup>2</sup> au manomètre)	Capacité de débit réelle (en pcm)
4	WFIX 130608	1	75	20 464
18	TILX 316333	1	75	20 464
26	PROX 44293	1	165	38 902
63	NATX 310515	1	165	38 902

2.10.6 L'analyse des données du balayage laser 3D<sup>32</sup> du wagon WFIX 130608 a révélé une rupture thermique de 4,4 m de longueur et d'environ 2,5 m<sup>2</sup> de surface. La longueur de ce wagon avait été réduite d'environ 0,29 % par rapport à celle d'un wagon non endommagé. La partie de la citerne éloignée de la rupture thermique présentait une légère augmentation de volume d'environ 1,5 % par rapport à un wagon non endommagé. La longueur des ruptures thermiques dans les 3 autres wagons a été estimée sur le terrain à environ 1,6 m pour le wagon NATX 310515 et à 2,4 m pour les wagons PROX 44293 et TILX 316333.

2.10.7 Les ruptures en traction causées par la surchauffe rapide d'un récipient sous pression présentent de façon générale un renflement de la paroi dans les régions adjacentes à la rupture et une réduction manifeste de l'épaisseur de la paroi (rupture à bords minces). Une surchauffe prolongée et une exposition à l'oxydation ou à d'autres conditions de fragilisation peuvent entraîner des ruptures à bords épais et un léger renflement<sup>33</sup>. Dans le cas présent, les ruptures thermiques sur les wagons n<sup>os</sup> 4 et 26 dlc présentaient des caractéristiques compatibles avec une rupture à bords minces (figures A-2c et A-24e), tandis que celles des wagons n<sup>os</sup> 18 et 63 dlc étaient plus représentatives de ruptures à bords épais (figures A-16f et A-61e). Comme les 4 wagons étaient situés dans différentes parties de l'incendie qui a suivi le déraillement, ils ont sans doute connu différentes conditions d'exposition. De plus, les wagons n<sup>os</sup> 18, 26 et 63 dlc comportaient de petites brèches qui ont pu permettre d'évacuer une partie de la pression accumulée, tandis que le wagon n<sup>o</sup> 4 dlc ne comportait pas de telles brèches. Cela pourrait expliquer pourquoi les wagons n<sup>os</sup> 18, 26 et 63 dlc présentaient de plus petites ruptures thermiques que le wagon n<sup>o</sup> 4 dlc.

## 2.11 Dommages aux trous d'homme

2.11.1 Les wagons déraillés étaient équipés de couvercles de trou d'homme à charnières et boulonnés. Sur 13 de ces wagons, le couvercle de trou d'homme était ouvert quand l'équipe d'enquête du BST a inspecté le wagon mis en transition. Des photos aériennes et in situ indiquent que ces couvercles étaient fermés quand les wagons se sont immobilisés et qu'ils ont été ouverts par la suite au cours des opérations de remédiation.

<sup>32</sup> Mesures du volume des wagons-citernes dans le rapport du Laboratoire d'ingénierie LP165/2013

<sup>33</sup> Metals Handbook 9th Ed. Vol.11 Failure Analysis and Prevention (ASM International, 1986), pages 605-606



2.11.2 Le tableau 15 résume l'état des trous d'homme. Le couvercle de trou d'homme de 2 wagons s'était détaché à la suite de dommages attribuables aux chocs (wagons n<sup>os</sup> 16 et 21 dlc, figures A-14g et A-19f). Le wagon TILX 316379 (n<sup>o</sup> 16 dlc) s'est immobilisé sur son côté gauche et le wagon NATX 310477 (n<sup>o</sup> 21 dlc), sens dessus dessous. Par conséquent, les deux wagons auraient déversé leur produit par le trou d'homme ouvert. Un couvercle de trou d'homme a été partiellement consumé par l'incendie qui a suivi le déraillement (wagon n<sup>o</sup> 38 dlc, figure A-36h).

**Tableau 15: Résumé des dommages aux trous d'homme**

État	Nbre de wagons touchés
Couvercle manquant	2
Aucun dommage attribuable aux chocs visible	34
Charnière, boulons ou goujons déformés ou cassés	22
Inconnu <sup>34</sup>	5

2.11.3 Sur 22 wagons, les charnières, les boulons ou les oreilles du couvercle de trou d'homme présentaient des dommages attribuables aux chocs qui auraient probablement pu compromettre l'étanchéité. En plus de ces dommages attribuables aux chocs, on estime très probable que le joint d'étanchéité du trou d'homme de la plupart des wagons a été endommagé par une exposition à l'incendie qui a suivi le déraillement. De fait, certains wagons présentaient un intervalle visible ou des résidus de produit entre le manchon et le couvercle du trou d'homme, ce qui suggère que du produit s'est échappé par le trou d'homme (voir un exemple représentatif à la figure A-59f).

## 2.12 Perçage par brûlure

2.12.1 Treize (13) wagons présentaient, sous forme de trous de brûlure, des dommages extrêmes causés par le feu<sup>35</sup>. La figure 11 indique l'emplacement de ces wagons à l'intérieur de la zone du déraillement. On en trouve des exemples représentatifs dans les figures A-33e, A-36h, A-46c et A-59e (wagons n<sup>os</sup> 35, 38, 48 et 61 dlc, respectivement). Les trous de brûlure avaient des bords ébréchés et la paroi de la citerne était visiblement amincie autour des perforations. Dans certains cas, le matériau de la citerne autour de la perforation contenait des fissures fragiles et pouvait facilement être détaché à la main.

2.12.2 L'examen métallurgique d'un coupon représentatif contenant un trou de brûlure a révélé que le matériau de la citerne avait subi une cémentation (enrichissement en carbone) et une oxydation, ce qui est compatible avec une exposition à du pétrole brut et à l'air à des températures élevées au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement. On en a conclu que ces réactions étaient probablement responsables de la perte de matériau à l'origine du trou de brûlure<sup>36</sup>.

<sup>34</sup> Non visible pour l'inspection

<sup>35</sup> Le trou de brûlure est une perforation traversante qui provient de dommages causés par le feu

<sup>36</sup> Analyse métallurgique des coupons des wagons-citernes dans le rapport du Laboratoire d'ingénierie LP168/2013

## 2.13 Dommages aux longrines tronquées et aux attelages

2.13.1 L’AAR Manual of Standards and Recommended Practices précise les exigences à satisfaire pour la fixation de la longrine tronquée, de la plaque de renfort et de la citerne. Les longrines tronquées doivent être fixées aux plaques de renfort, elles-mêmes fixées à la citerne d’une manière que « la gorge des soudures joignant la longrine à la plaque de renfort ait une section totale qui ne dépasse pas 85 % de la section de gorge totale des soudures joignant la plaque de renfort à la citerne. On peut modifier ces sections de gorge par des valeurs équivalentes si la procédure de soudage diffère pour chaque zone de soudure considérée, et aussi pour des considérations liées à la résistance du matériau de base » (traduction)<sup>37</sup>. Il existe aussi des exigences relatives à l’agrandissement de la plaque de renfort de chaque côté de la fixation de la longrine tronquée et au niveau de la fixation de la cale de bout de citerne<sup>38</sup>. Ces exigences visent à ce que, si une longrine tronquée est surchargée, la séparation se produise entre la longrine et la plaque de renfort plutôt qu’au niveau de la citerne.

2.13.2 Le tableau 16 résume l’information relative aux longrines tronquées fournie dans le CDC des wagons déraillés. Tous les dessins des longrines tronquées en question incorporaient une cale de bout de citerne, sauf les longrines tronquées de type ACF. L’AAR Manual of Standards and Recommended Practices exige que tous les wagons-citernes transportant des marchandises réglementées soient équipés d’attelages à double plateau<sup>39</sup>. Tous les wagons-citernes en question étaient équipés de tels attelages.

**Tableau 16: Information relative aux longrines tronquées**

Constructeur	Nbre de wagons	CDC	Type de longrine tronquée
Trinity	32	L116012A	TRN 023
	2	L066085	TRN 023
Gunderson	9	L114001	GUN-001
ARI	8	F111018	ARI 300
	1	F071004C	ARI 300
ACF	1	A801029A	ACF
	2	A811019A	ACF
	1	A841016	ACF
	1	A851028	ACF
	1	A861020	ACF
	1	A911018B	ACF
Union Tank Car	2	F067034B	UTL ZBG
	1	F067036B	UTL ZBG
	1	F067040A	UTL ZBG

<sup>37</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 6, paragraphe 6.1.2.5

<sup>38</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 6, paragraphes 6.1.2.5.2 et 6.1.2.5.3 et annexe E, partie 13.0

<sup>39</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 6, paragraphe 6.1.6.2.1

2.13.3 Le tableau 17 résume les dommages attribuables aux chocs observés sur les longrines tronquées et les attelages des wagons-citernes déraillés. Seulement 5 wagons ne présentaient aucun de ces dommages. Sur tous les autres (58), au moins une longrine tronquée ou un attelage était endommagé. La plupart (46) étaient endommagés aux deux bouts. Onze (11) présentaient des dommages à une longrine tronquée ou aux deux, mais les attelages étaient intacts. Quarante-sept (47) montraient des dommages à la fois aux longrines tronquées et aux attelages. Parmi les exemples représentatifs de ce type de dommages, mentionnons une longrine tronquée déformée (figure A-11a, wagon n° 13 dlc), une mâchoire détachée (figure A-17d, wagon n° 19 dlc), une longrine tronquée et un attelage cassés (figure A-51f, wagon n° 53 dlc). On a noté que même les 2 derniers wagons déraillés (wagons n°s 64 et 65 dlc) montraient des dommages attribuables aux chocs à leurs longrines tronquées et à leurs attelages (tableaux A-62 et A-63).

**Tableau 17: Résumé des dommages aux longrines tronquées et aux attelages**

État	Nbre de wagons touchés	Nbre de wagons avec dommages seulement aux longrines tronquées	Nbre de wagons avec dommages aux longrines tronquées et aux attelages
Aucun dommage attribuable aux chocs	5	Sans objet	Sans objet
Dommages attribuables aux chocs à un bout	12	4	8
Dommages attribuables aux chocs aux deux bouts	46	7	39

2.13.4 Neuf (9) wagons-citernes déraillés affichaient des dommages aux fixations des longrines tronquées. La longrine tronquée au bout A du wagon ACFX 76605 (wagon n° 25 dlc) s'était séparée de sa plaque de renfort avant (figure A-23c). Les wagons TILX 316319, CTCX 735617 et TILX 316533 (wagons nos 50, 51 et 61 dlc) comportaient des séparations au niveau des fixations entre la cale de bout de citerne et la plaque de renfort avant de la longrine ou entre la longrine tronquée et la cale de bout de citerne (figures A-48b, A-49b et A-59b). Sur les wagons PROX 44293, TILX 316523, TILX 316613 et TILX 16622 (wagons nos 26, 46, 47 et 54 dlc), la plaque de renfort avant de la longrine s'était séparée de la citerne à la soudure d'angle (figures A-24b, A-44a, A-45b et A-52b).

2.13.5 Le bout A du wagon WFIX 130664 (wagon n° 44 dlc) contenait aussi une séparation à la soudure d'angle entre la plaque de renfort avant de la longrine et la citerne. Cette fissure s'était propagée à la soudure d'angle de la plaque de renfort de la traverse pivot et dans la soudure tête-coque, faisant une brèche dans la citerne en deux endroits (figures A-42b et A-42c). Selon l'analyse des données du balayage laser 3D du wagon WFIX 130664, la brèche dans le bas de la citerne mesurait 0,50 m de longueur et 0,11 m de largeur<sup>40</sup>. La brèche dans le haut de la citerne mesurait 0,25 m de longueur et 0,03 m de largeur. L'écart entre la plaque

<sup>40</sup> Mesures du volume des wagons-citernes dans le rapport du Laboratoire d'ingénierie LP165/2013

de renfort avant de la longrine détachée et la surface de la tête était d'environ 5,3 cm. Il y avait une grande bosselure dans la partie gauche de la tête au bout A, près de la séparation de la plaque de renfort avant de la longrine. Cette bosselure avait une superficie d'environ 2,8 m<sup>2</sup> et un volume de 0,64 m<sup>3</sup>.

### 3.0 DISCUSSION

#### 3.1 Résumé des brèches sur les wagons-citernes

3.1.1 Le tableau 18 résume les divers types de brèches observées sur chaque wagon-citerne déraillé. Quatre (4) wagons-citernes ne présentaient aucune brèche visible (wagons n<sup>os</sup> 5, 10, 11 et 65 dlc). Des 59 wagons avec brèches, 33 (56 %) en affichaient plus d'un type.

**Tableau 18: Types de brèches observées sur chaque wagon-citerne<sup>41</sup>**

Position (n°) dans le convoi (dlc)	Marque du wagon	Numéro du wagon	Type de brèche						
			Tête	Coque	Raccords supérieurs	DDP	Trou d'homme	RDB	Rupture thermique
3	TILX	316547							
4	WFIX	130608							
5	TILX	316359							
6	TILX	316338							
7	NATX	310428							
8	CTCX	735541							
9	DBUX	303879							
10	WFIX	130682							
11	TILX	316641							
12	TILX	316570							
13	NATX	310457							
14	WFIX	130638							
15	NATX	310473							
16	TILX	316379							
17	ACFX	79709							
18	TILX	316333							
19	TILX	316549							
20	CTCX	735527							
21	NATX	310477							
22	WFIX	130603							
23	TILX	316556							
24	CTCX	735629							
25	ACFX	76605							
26	PROX	44293							
27	NATX	310581							
28	PROX	44202							
29	TILX	316234							
30	TILX	316584							

<sup>41</sup> Les cellules orange indiquent une ou plusieurs brèches

Position (n°) dans le convoi (dlc)	Marque du wagon	Numéro du wagon	Type de brèche						
			Tête	Coque	Raccords supérieurs	DDP	Trou d'homme	RDB	Rupture thermique
31	WFIX	130571							
32	TILX	316330							
33	NATX	310412							
34	TILX	316317							
35	WFIX	130545							
36	ACFX	79698							
37	NATX	302784							
38	ACFX	71505							
39	ACFX	71121							
40	CTCX	735537							
41	NATX	303128							
42	CTCX	735572							
43	WFIX	130616							
44	WFIX	130664							
45	WFIX	130630							
46	TILX	316523							
47	TILX	316613							
48	TILX	316616							
49	TILX	316206							
50	TILX	316319							
51	CTCX	735617							
52	TILX	316572							
53	CTCX	735526							
54	TILX	316622							
55	WFIX	130585							
56	NATX	310508							
57	CTCX	735525							
58	ACFX	79383							
59	PROX	44428							
60	PROX	44150							
61	TILX	316533							
62	ACFX	94578							
63	NATX	310515							
64	TILX	316528							
65	NATX	310470							

3.1.2 Le tableau 19 résume le nombre total de wagons présentant chaque type de brèche. Les brèches de coque (37 wagons) ont été la cause la plus fréquemment observée du rejet de produit, suivie par les brèches de tête (31 wagons), et les brèches aux raccords supérieurs et aux DDP (20 et 12 wagons, respectivement). Les brèches de RDB (7 wagons), les ruptures thermiques (4 wagons) et les brèches de trou d'homme (2 wagons) étaient les causes les moins fréquentes du rejet de produit.

**Tableau 19: Résumé des dommages aux wagons-citernes**

Type de brèche	Nbre de wagons touchés
Coque	37
Tête	31
Raccords supérieurs	20
DDP	12
RDB	7
Rupture thermique	4
Trou d'homme	2

### 3.2 Rejet par les brèches de coque et de tête sur les wagons-citernes

- 3.2.1 Dans le présent déraillement, les brèches de coque constituaient le type de dommage le plus fréquemment observé. La taille de ces brèches variait de petite (quelques pouces de diamètre) à grande (semblable au diamètre de la citerne). Pour la majorité des brèches de coque (20 sur 37, soit 54 %), leur taille était semblable au diamètre du wagon. Ainsi, du point de vue de leur taille (coupe transversale) et du nombre de wagons touchés, les brèches de coque ont été les plus importants contributeurs au rejet de produit. On estime que, sur les wagons présentant de grandes brèches de coque, le rejet du chargement aurait été presque instantané. Par conséquent, le nombre élevé de brèches de coque a contribué à la taille importante de la boule de feu et du feu en nappe au cours du présent déraillement. Après l'extinction de l'incendie, le rejet par de petites brèches de coque, bien que non instantané, a contribué à l'alimentation du feu en nappe et au déversement de produit.
- 3.2.2 Les brèches de tête, qui ont touché 31 wagons (tableau 19), étaient le deuxième type de dommage le plus fréquent. Ces brèches étaient en général plus petites que les brèches de coque, allant de quelques pouces à environ 1 pied de diamètre. Elles auraient également contribué à l'alimentation du feu en nappe et au déversement de produit.
- 3.2.3 Les têtes et la coque des wagons-citernes déraillés étaient fabriquées d'acier de 7/16 à 15/32 pouce d'épaisseur, ce qui est plus mince que l'épaisseur prescrite pour certaines autres classes de wagons-citernes. Les têtes étaient faites d'acier normalisé (19 wagons) ou non normalisé (44 wagons). Rien n'indiquait que les têtes en acier non normalisé étaient moins résistantes aux perforations que les têtes en acier normalisé - 50 % des wagons aux têtes en acier non normalisé présentaient des brèches de tête, contre 59 % des wagons aux têtes en acier normalisé. Les coques étaient également faites d'acier normalisé (11 wagons) ou non normalisé (52 wagons). Seulement 3 des wagons présentant des brèches de coque avaient une coque en acier normalisé; sur les autres, la coque était faite d'acier non normalisé. Il convient de noter que la plupart des wagons dont la coque était en acier normalisé se trouvaient dans la partie de la zone du déraillement où les forces exercées étaient les moins importantes (se reporter au paragraphe 3.2.8). Les surfaces de rupture des citernes affichaient les caractéristiques typiques d'un mode de rupture ductile causée par des contraintes

- excessives (surfaces de rupture inclinées à 45 degrés, déformation plastique et aspect rugueux). Au cours de l'enquête, on n'a remarqué aucun signe de fragilisation (absence de déformation plastique, présence de chevrons ou aspect granulaire). En outre, des coupons représentatifs prélevés sur des wagons-citernes déraillés construits en acier normalisé et non normalisé ont donné des résultats similaires lors des essais de traction<sup>42</sup>. En conclusion, rien n'indique que les aciers non normalisés utilisés pour certaines citernes aient, dans le présent déraillement, contribué au rejet de produit.
- 3.2.4 L'enquête a relevé la présence à la fois de brèches de coque et de brèches de tête sur 18 wagons (tableau 18). Treize (13) wagons ne présentaient que des brèches de coque et 7 des brèches de tête, sans aucun autre type de brèche. On estime très probable que le rejet de produit par ces wagons aurait pu être réduit si leur coque et leurs têtes avaient été plus résistantes aux chocs. Plus précisément, les wagons construits avec de l'acier plus épais, des boucliers protecteurs ou une enveloppe externe ont la réputation d'être mieux protégés. Il convient de noter que tous les wagons (sauf les 4 non endommagés) présentaient une certaine forme de dommages attribuables aux chocs (bosselures ou brèche) dans la partie supérieure d'au moins une tête. Ces dommages suggèrent que, dans le présent type de déraillement, des boucliers protecteurs complets seraient plus avantageux que des boucliers partiels (qui ne protègent que la partie inférieure de la tête).
- 3.2.5 Des paramètres comme le nombre de wagons, leur poids, la vitesse initiale du train et les coefficients de frottement en voie (sur les rails) et hors voie (au sol) sont connus pour influencer sur la gravité des déraillements<sup>43</sup>. De plus, on a constaté que l'ampleur des forces attribuables aux chocs était liée à la vitesse relative des wagons au moment du contact (vitesse au choc) et à la localisation du point de contact. La modélisation des perforations sur les wagons-citernes indique que, au contact d'un objet avec la citerne, les forces résistant aux charges attribuables aux chocs sont la pression exercée sur la surface intérieure de l'aire de contact et la contrainte de cisaillement s'exerçant autour du périmètre de cette aire<sup>44</sup>. Ainsi, le creux du wagon et la taille de l'impacteur influent également sur le comportement du wagon lorsqu'il est soumis à un choc.
- 3.2.6 Les déraillements constituent des événements complexes et chaotiques qui peuvent comporter un vaste éventail de collisions entre les divers wagons dans le train. Il n'entraîne pas dans le cadre du présent rapport d'analyser les circonstances de chacune des bosselures et brèches observées sur la coque et les têtes des wagons-citernes déraillés. Cependant, une analyse qualitative des dommages aux citernes laisse croire que les wagons-citernes déraillés ont été soumis à une gamme de vitesses et de forces attribuables aux chocs, selon leur position dans le train.

---

<sup>42</sup> Analyse métallurgique des coupons des wagons-citernes dans le rapport du Laboratoire d'ingénierie LP168/2013

<sup>43</sup> D. Y. Jeong et al., *Engineering Studies on Structural Integrity of Railroad Tank Cars under Accident Loading Conditions*, Volpe National Transportation Systems Center, U.S. Department of Transportation, Final Report DOT/FRA/ORD-09/18, octobre 2009

<sup>44</sup> S. W. Kirkpatrick, *Detailed Puncture Analyses Tank Cars: Analysis of Different Impactor Threats and Impact Conditions*, Applied Research Associates, Inc., Final Report DOT/FRA/ORD-13/17, mars 2013

- 3.2.7 On a remarqué que les wagons à l'avant du train (wagons n<sup>os</sup> 3 à 10 dlc) avaient suivi une trajectoire relativement droite. De plus, ces wagons ont subi des dommages attribuables aux chocs relativement mineurs – pour la plupart, de petites perforations résultant du contact avec les rails, à l'exception du premier wagon (n<sup>o</sup> 3 dlc), qui a percuté un wagon couvert sur la voie de triage 2 (figure B-3b). Ces observations donnent à penser que, même s'il est possible que ces wagons aient roulé à une vitesse plus élevée, ils ont été soumis à des forces attribuables aux chocs moins intenses que les wagons de l'empilement principal.
- 3.2.8 Les wagons situés immédiatement à l'arrière du wagon n<sup>o</sup> 12 dlc, qui était ancré par les rails logés dans sa traverse pivot AR (se reporter au paragraphe 2.4.3), se sont immobilisés dans des positions alternées (en portefeuille), affaissés les uns sur les autres. En général, ces wagons ont été l'objet de multiples bosselures et perforations, bon nombre d'entre eux montrant des dommages autant à leur coque qu'à leurs têtes. De tels dommages autorisent à penser que ces wagons avaient été exposés à des chocs plus violents que les wagons situés à l'avant du train. Malgré la dispersion, dans l'empilement, des wagons présentant de grandes ruptures de coque (indiqués en rouge dans la figure 5), la moitié d'entre eux environ étaient regroupés plutôt vers la fin du train. On estime que ces wagons auraient été confrontés à des conditions de déraillement plus violentes que les wagons situés vers l'avant du train. Au moment où ils se sont immobilisés, un empilement important s'était déjà formé, certains wagons étant enfoncés dans le sol et d'autres empilés jusqu'à trois les uns sur les autres. Cet empilement a probablement agi comme un mur pour les wagons qui déraillaient. On a remarqué que la plupart des wagons à l'arrière du train se sont arrêtés dans la position à peu près debout (figure B-2b), ce qui permet de penser qu'aussitôt qu'un wagon déraillait et quittait la voie, il était mis en portefeuille et écrasé contre l'empilement par les wagons derrière. Ces conditions de déraillement hautement contraignantes ont provoqué un flambage à grande échelle et des déformations extrêmes (instabilité plastique) et ont été à l'origine des grandes ruptures de coque.
- 3.2.9 En 2011, l'AAR a révisé ses normes relatives aux wagons-citernes afin d'y incorporer un certain nombre d'améliorations pour tous les wagons-citernes de la classe 111 construits pour le transport de marchandises des groupes d'emballage I et II désignées par les appellations réglementaires appropriées « pétroles bruts », « alcools, n.s.a. » et « mélanges éthanol-essence »<sup>45</sup>. Les citernes construites avec de l'acier normalisé TC1128 de nuance B doivent avoir une épaisseur d'au moins 1/2 po si elles sont dépourvues d'enveloppe externe, et d'au moins 7/16 po si elles en ont une. Les citernes construites avec de l'acier normalisé ASTM A516 de nuance 70 doivent avoir une épaisseur d'au moins 9/16 po si elles sont dépourvues d'enveloppe externe, et d'au moins 1/2 po si elles en ont une. De plus, les wagons doivent être équipés de demi-boucliers protecteurs d'au moins 1/2 po d'épaisseur. De telles améliorations se sont révélées aptes à réduire la probabilité de perte de produit provenant de perforations de la citerne. Cependant, on ne sait pas si elles auraient fourni une protection suffisante dans des conditions de chocs intenses entraînant l'instabilité plastique des citernes, comme les conditions qui régnaient au cours du présent déraillement.

---

<sup>45</sup> AAR Manual of Standards and Recommended Practices, Specifications for Tank Cars C-III [M-1002], chapitre 2, paragraphe 2.7



### **3.3 Rejet par des brèches aux raccords supérieurs et aux DDP**

- 3.3.1 L'enquête a montré que les raccords supérieurs présentaient des brèches sur 4 des 27 wagons (15 %) dont l'enceinte de protection des discontinuités supérieures avait subi des dommages attribuables aux chocs. Il en était de même des raccords supérieurs sur 16 des 26 wagons (62 %) dont l'enceinte protectrice avait été endommagée par des chocs.
- 3.3.2 Les 32 wagons dont le DDP était situé à l'intérieur de l'enceinte de protection des discontinuités supérieures ont été l'objet d'un nombre bien moindre de rejets de produit provenant de DPP endommagés par des chocs – seulement 3 de ces 32 DDP protégés (9 %) ont subi une brèche. Par ailleurs, 9 des 31 wagons (29 %) dont les DDP n'étaient pas protégés ont été le siège d'un rejet de produit causé par une brèche dans un DDP.
- 3.3.3 Également, sur les 20 wagons avec brèche aux raccords supérieurs, le DDP de plus de la moitié d'entre eux (11 wagons, 55 %) présentait une brèche. Cette situation n'est pas inattendue, puisque les raccords supérieurs et les DDP sont contigus sur le dessus du wagon. Par conséquent, il existe une probabilité relativement élevée qu'un choc qui touche les uns endommage aussi les autres.
- 3.3.4 Ces observations indiquent que la protection des discontinuités supérieures constitue un moyen efficace de réduire le rejet de produit qui résulte de dommages attribuables aux chocs aux raccords supérieurs et aux DDP.
- 3.3.5 Les wagons avec brèche aux raccords supérieurs ou aux DDP se trouvaient surtout dans l'empilement principal (figures 8 et 9). La plupart d'entre eux se sont immobilisés sur le côté ou sens dessus dessous, de sorte que le produit se serait écoulé par les raccords supérieurs ou les DDP pour alimenter le feu en nappe. La plupart des wagons avec brèche aux raccords supérieurs ou aux DDP présentaient aussi une certaine forme de dommages attribuables aux chocs à leur coque ou tête(s). Cependant, sur 2 wagons (n<sup>os</sup> 13 et 21 dlc), le produit s'est échappé seulement par les raccords supérieurs ou le DDP, qui avaient subi des dommages attribuables aux chocs; si ces wagons avaient été équipés d'une protection des discontinuités supérieures, ils n'auraient peut-être pas connu une perte de produit en raison de ces dommages attribuables aux chocs.

### **3.4 Rejet par une brèche dans le RDB**

- 3.4.1 Sur plus de la moitié des wagons déraillés (36 sur 63 - 57 %), le manchon du RDB s'est cisailé à la bride de fixation (point de rupture prévu), mettant ainsi à découvert la soupape à bille (33 wagons) ou le tournant du robinet (3 wagons). Dans le cas de 7 wagons, la soupape à bille mise à découvert sur le RDB était ouverte en totalité ou en partie, ou laissait manifestement fuir du produit. Sur ces mêmes wagons, l'ensemble de la poignée du RDB avait subi des dommages attribuables aux chocs ou était déformé. Pour 3 de ces 7 wagons, la brèche du RDB était la seule qu'on ait observée sur la citerne. De plus, ces 3 wagons s'étaient immobilisés dans la position debout, de sorte que le produit se serait écoulé par la brèche dans leur RDB. Ces observations donnent à penser que les 3 wagons en question auraient pu ne connaître aucune perte de produit s'ils

avaient été équipés d'un ensemble de la poignée conçu pour empêcher l'actionnement de la soupape à bille s'il est déformé ou brisé.

- 3.4.2 On a fait la constatation suivante : certains des wagons équipés d'un RDB interne à tournant à fermeture automatique ont subi des dommages à leurs raccords inférieurs; toutefois, le tournant à découvert est demeuré fermé et il n'y a pas eu de perte de produit. Cette constatation suggère que ces robinets sont foncièrement mieux protégés contre la perte de produit que les soupapes à billes externes.
- 3.4.3 L'enquête au sujet du déraillement de 2013 impliquant des wagons-citernes de la classe 111 en Ontario (rapport d'évènement R13T0060 du BST) avait déjà reconnu le problème et le BST avait émis à Transports Canada l'Avis de sécurité ferroviaire 15/13 lui demandant de communiquer le risque de perte de produit par les poignées de RDB endommagées au cours d'un déraillement. Les résultats de l'enquête sur le présent déraillement renforcent encore davantage le besoin d'améliorer la conception des wagons pour réduire le risque de perte de produit par suite de dommages attribuables aux chocs aux raccords inférieurs.

### 3.5 Rejet par les ruptures thermiques

- 3.5.1 Des 63 wagons déraillés, 4 présentaient des ruptures thermiques. De telles ruptures se produisent lorsqu'un wagon-citerne est exposé à un feu et que le DDP et toute autre brèche dans la citerne sont incapables d'évacuer la pression interne croissante, provoquant ainsi une rupture énergétique de la citerne. La soudaine détente de la pression accumulée entraîne une perte de chargement de la citerne sous forme de grande boule de feu. Aucun fragment du matériau des citernes ne s'est détaché par suite des ruptures thermiques survenues dans le présent déraillement; cela indique que les rejets catastrophiques liés à ces ruptures thermiques ont été moins énergétiques que ceux causés par une BLEVE<sup>46</sup>.
- 3.5.2 Deux (2) des wagons ayant subi des ruptures thermiques possédaient un DDP doté d'une pression de déclenchement de décharge (pression DD) de 75 lb/po<sup>2</sup> au manomètre, tandis que cette pression était de 165 lb/po<sup>2</sup> sur le DDP des 2 autres wagons. Il a été suggéré que les DDP dont la pression DD est plus élevée risquaient de créer une pression interne excessive au cours d'un incendie, entraînant ainsi des ruptures thermiques plus énergétiques. Dans le cas présent, le wagon n° 4 dlc, qui présentait la plus grande rupture thermique (4,4 m), était équipé d'un dispositif de décharge de pression (DDP) avec pression DD de 75 lb/po<sup>2</sup> au manomètre, tandis que cette pression était de 165 lb/po<sup>2</sup> sur le DDP du wagon n° 63 dlc, qui affichait la plus petite rupture thermique (1,6 m). Ainsi, rien n'indiquait que le type de DDP ait contribué au nombre limité de ruptures thermiques dans le présent déraillement.
- 3.5.3 L'enquête a révélé qu'au moins 2 des ruptures thermiques se sont produites dans les 20 minutes suivant l'accident, tandis que les 2 autres sont survenues au cours du feu en nappe prolongé. Les exigences de l'AAR relatives aux systèmes de

---

<sup>46</sup> Une BLEVE (de l'anglais « boiling liquid expanding vapour explosion », détente explosive des vapeurs d'un liquide en ébullition) est « une explosion qui résulte de la défaillance d'un récipient contenant un liquide à une température bien supérieure à son point d'ébullition à la pression atmosphérique normale » (traduction). Source : (SPFE Handbook of Fire Protection Engineering, 4th Edition (National Fire Protection Association, 2008), page 2-213).

protection thermique visent à s'assurer que la conjugaison des facteurs wagon-citerne, DDP, système de protection thermique et marchandise transportée peut résister à un feu en nappe avec immersion totale durant 100 minutes, sans perte de produit, sauf par le DDP. Dans le cas présent, aucun wagon n'était équipé d'un système de protection thermique et un tel système n'était pas exigé.

- 3.5.4 On a remarqué que l'un des wagons avec ruptures thermiques (n° 4 dlc) s'est arrêté à côté d'un autre wagon (n° 5 dlc) qui avait été exposé à des conditions de déraillement similaires, mais sans subir de rupture thermique. Ce wagon ne présentait aucune brèche visible (tableau A-3). Sa citerne était légèrement bombée sur le côté situé le plus près des wagons n<sup>os</sup> 3 et 4 dlc avec brèche, qui auraient alimenté le feu en nappe. On considère comme probable que le wagon n° 5 dlc avait connu une montée de sa pression interne, mais que sa température et sa pression internes conjuguées n'ont pas tout à fait atteint les niveaux nécessaires pour provoquer une rupture thermique. Ces observations donnent à penser que des améliorations relativement modestes de la capacité de survie au feu auraient pu suffire à empêcher le wagon n° 4 dlc de subir une rupture thermique. Des simulations menées par l'AAR sur la capacité de survie des wagons-citernes indiquent qu'une protection thermique, des aciers plus épais et une enveloppe externe peuvent accroître sensiblement le temps de survie d'un wagon-citerne dans un feu en nappe.

### **3.6 Rejet par des trous de brûlure**

- 3.6.1 Tous les wagons présentant du perçage par brûlure comptaient au moins un autre type de brèche causée par des dommages attribuables aux chocs. Les brèches liées aux chocs auraient entraîné un rejet de produit immédiat. Par ailleurs, on considère que le matériau des citernes a été exposé, pendant un certain temps, à l'incendie qui a suivi le déraillement, avant que le perçage par brûlure forme des brèches sur les wagons. Par conséquent, le produit qui s'est écoulé par les trous de brûlure a contribué à alimenter le feu en nappe et le déversement, après l'extinction de l'incendie.
- 3.6.2 Le wagon WFIX 130585 (n° 55 dlc) s'est immobilisé sur le dessus de l'empilement principal. Il avait subi des dommages importants par le feu, avec trou de brûlure dans le haut de sa citerne. Des dommages attribuables aux chocs mineurs ont été observés. La citerne était légèrement bombée près du bout B et présentait de petites ruptures avec décoloration rouge indicatrice de dommages par le feu et de résidus de produit. Ni le RDB, ni les raccords supérieurs ne montraient de brèches visibles, quoique la présence de résidus de produits laisse à penser que certaines fuites s'étaient produites. Ces constatations indiquent que ce wagon-citerne avait connu une montée de sa pression interne pendant qu'il reposait dans le feu en nappe. Le trou de brûlure a probablement contribué à évacuer une partie de cette pression interne, de sorte que la défaillance ultime de la citerne s'est soldée par quelques petites ruptures plutôt que par une grande rupture thermique.

### **3.7 Rejet dû à la défaillance des longrines tronquées**

- 3.7.1 L'examen a montré que, sur la vaste majorité des wagons-citernes dérailés (58 sur 63 – 92 %), au moins une longrine tronquée ou un attelage avaient été

- endommagés. La plupart (46) étaient endommagés aux deux bouts. On a noté que même les 2 derniers wagons déraillés (n<sup>os</sup> 64 et 65 dlc) présentaient des dommages attribuables aux chocs importants à leurs longrines tronquées et à leurs attelages, ce qui cadre bien avec les conditions de chocs intenses observées dans le présent déraillement.
- 3.7.2 Neuf (9) wagons-citernes déraillés affichaient des dommages aux fixations des longrines tronquées. Sur 5 d'entre eux, ces séparations étaient situées à la soudure d'angle entre la plaque de renfort avant de la longrine et la citerne. Sur 1 wagon (WFIX 130664), la fissure s'était propagée jusque dans la citerne, provoquant deux brèches, une d'une longueur de 0,50 m et l'autre de 0,25 m.
- 3.7.3 Le National Transportation Safety Board (NTSB) a émis la recommandation de sécurité R-12-09 en rapport avec son enquête sur le déraillement du 19 juin 2009 du train de marchandises U70691-18 du Canadien National à Cherry Valley, dans l'Illinois. Cette enquête du NTSB a révélé que, en raison d'un chargement vers le bas appliqué sur la longrine de traction d'un wagon-citerne, une plaque de renfort s'était rompue et détachée de la paroi de la citerne. Après la séparation de la plaque de renfort, la paroi de la citerne a subi une rupture circonférentielle. On a conclu que les fixations de la longrine et de la plaque de renfort sont configurées d'une manière qui rend la citerne vulnérable à des ruptures de sa paroi lorsque la longrine subit un chargement vers le bas.
- 3.7.4 Il est apparu que, par rapport au wagon de l'accident de Cherry Valley, dans l'Illinois, le wagon WFIX 130664 présentait une longrine tronquée de conception similaire et un type similaire de défaillance de cette longrine.
- 3.7.5 La recommandation du NTSB demandait à l'AAR de réviser les exigences de conception relativement aux fixations des longrines tronquées, dans la mesure nécessaire pour s'assurer que des distances appropriées entre les soudures soient maintenues dans toutes les directions, afin d'empêcher une fissure de cheminer d'une fixation à l'autre et jusque dans la paroi de la citerne. Il a été signalé que le comité de l'AAR sur les wagons-citernes a discuté de cette recommandation et a décidé d'une distance minimale entre les soudures correspondant à 3 fois l'épaisseur de la plaque que l'on fixe à la citerne. La prochaine étape pour le comité serait d'incorporer ce changement dans une édition révisée du Manual of Standards and Recommended Practices C-III.

#### **4.0 CONCLUSION**

- 4.1 La majorité (94 %) des wagons déraillés présentait un type quelconque de brèche entraînant une perte de produit; 56 % d'entre eux en affichaient plus d'un type.
- 4.2 Les brèches de coque (37 wagons) ont été la cause la plus fréquemment observée du rejet de produit, suivie par les brèches de tête (31 wagons), les brèches de raccord supérieur et de DDP (20 et 12 wagons, respectivement). Les brèches de RDB (7 wagons), les ruptures thermiques (4 wagons) et les brèches de trou d'homme (2 wagons) étaient les causes les moins fréquentes du rejet de produit.
- 4.3 La plupart (54 %) des ruptures de coque étaient d'une taille semblable au diamètre du wagon et auraient provoqué à peu près instantanément la perte du

- chargement du wagon. Par conséquent, le nombre élevé de brèches de coque a contribué à la taille importante de la boule de feu et du feu en nappe au cours du présent déraillement.
- 4.4 Les brèches de tête étaient en général plus petites que les brèches de coque, allant de quelques pouces à environ 1 pied de diamètre. Elles auraient également contribué à l'alimentation du feu en nappe et au déversement du produit.
- 4.5 Rien n'indiquait que l'utilisation d'aciers non normalisés pour certaines citernes ait, dans le présent déraillement, contribué au rejet de produit.
- 4.6 Treize (13) wagons ne présentaient que des brèches de coque et 7 des brèches de tête, sans aucun autre type de brèche. Il est probable qu'une certaine perte de produit aurait pu être réduite si les wagons avaient été construits avec un acier plus épais, des boucliers protecteurs ou une enveloppe externe.
- 4.7 La plupart des wagons (sauf les 4 wagons non endommagés) présentaient une forme quelconque de dommages attribuables aux chocs (bosselures ou brèche) dans la partie supérieure d'au moins une tête. Ces dommages suggèrent que, dans le présent type de déraillement, des boucliers protecteurs complets seraient plus avantageux que des demi-boucliers (qui ne protègent que la partie inférieure de la tête).
- 4.8 Une analyse qualitative des dommages aux citernes laisse croire que les wagons-citernes déraillés à l'avant du train (n<sup>os</sup> 3 à 11 dlc) avaient subi des forces attribuables aux chocs moins importantes que ceux situés dans l'empilement principal.
- 4.9 Environ la moitié des wagons victimes de grandes ruptures de coque étaient regroupés en direction de la fin du train. Ces wagons auraient été confrontés à des conditions de déraillement plus violentes que les wagons situés vers l'avant du train. Le gros empilement a probablement agi comme un mur pour les wagons qui déraillaient, créant ainsi des conditions de déraillement hautement contraignantes. Cette situation a provoqué du flambage à grande échelle et des déformations extrêmes (instabilité plastique), et s'est soldée par de grandes ruptures de coque.
- 4.10 L'enquête a montré que 15 % des wagons dont l'enceinte de protection des discontinuités supérieures avait subi des dommages attribuables aux chocs présentaient des brèches à leurs raccords supérieurs, tandis que des brèches s'étaient produites sur 62 % des wagons dont l'enceinte protectrice avait été endommagée par un impact. Dans la même veine, seulement 9 % des DDP protégés ont subi une brèche, tandis que 29 % des wagons dont les DDP n'étaient pas protégés montraient une perte de produit résultant de dommages aux DDP. Ces observations indiquent que la protection des discontinuités supérieures constitue un moyen efficace de réduire le rejet de produit qui résulte de dommages attribuables aux chocs aux raccords supérieurs et aux DDP.
- 4.11 Plus de la moitié des wagons déraillés montraient sur leur robinet de déchargement par le bas (RDB) des dommages attribuables aux chocs qui avaient mis à découvert la soupape à bille (33 wagons) ou à tournant (3 wagons). Sur 7 wagons, la soupape à bille mise à découvert était ouverte en partie ou en totalité,

- ou fuyait visiblement; la poignée de manœuvre de tous ces robinets était déformée par les impacts ou manquante. Dans le cas de 3 de ces wagons, la brèche du RDB a été la seule qu'on ait observée sur le véhicule. Cela donne à penser que les 3 wagons en question auraient pu ne connaître aucune perte de produit s'ils avaient été équipés de poignées conçues de manière à ce que le robinet ne puisse être actionné si sa poignée est déformée ou rompue.
- 4.12 Sur les wagons équipés d'un RDB interne à tournant à fermeture automatique, le tournant à découvert est demeuré fermé et il n'y a pas eu de perte de produit. Cette constatation suggère que ces robinets sont foncièrement mieux protégés contre la perte de produit que les robinets à soupape à bille externes.
- 4.13 Quatre des wagons-citernes déraillés présentaient des ruptures thermiques. La soudaine détente de la pression accumulée a entraîné une perte du chargement de la citerne sous forme de grande boule de feu. Aucun fragment du matériau des citernes ne s'est détaché par suite des ruptures thermiques survenues dans le présent déraillement.
- 4.14 Le wagon n° 4 dlc, qui présentait la plus grande rupture thermique (4,4 m), était équipé d'un dispositif de décharge de pression (DDP) avec pression de déclenchement de décharge (pression DD) de 75 lb/po<sup>2</sup> au manomètre, comparativement à une pression de 165 lb/po<sup>2</sup> pour le DDP du wagon n° 63 dlc, qui affichait la plus petite rupture thermique (1,6 m). Rien n'indiquait que, dans le présent déraillement, le type de DDP ait contribué au nombre limité de ruptures thermiques.
- 4.15 Un des wagons avec ruptures thermiques s'est arrêté à côté d'un autre wagon qui avait été exposé à des conditions de déraillement similaires, mais sans subir de rupture thermique. Cette situation donne à penser que des améliorations relativement modestes de la capacité de survie au feu auraient pu empêcher la rupture thermique. Une protection thermique, un acier plus épais ou une enveloppe externe peuvent accroître sensiblement le temps de survie d'un wagon-citerne dans un feu en nappe.
- 4.16 Tous les wagons présentant du perçage par brûlure comptaient au moins un autre type de brèche causée par des dommages attribuables aux chocs. Après l'extinction de l'incendie, le produit qui s'est écoulé par les trous de brûlure aurait contribué à alimenter le feu en nappe et le déversement.
- 4.17 Presque tous les wagons-citernes déraillés (92 %) comportaient au moins une longrine tronquée ou un attelage endommagé. La plupart étaient endommagés aux deux bouts. Les 2 derniers wagons déraillés montraient des dommages attribuables aux chocs à leurs longrines tronquées et à leurs attelages. Ces dommages sont compatibles avec les conditions de chocs intenses observées dans le présent déraillement.
- 4.18 Neuf (9) wagons-citernes déraillés affichaient des dommages aux fixations des longrines tronquées. Un wagon présentait, entre la plaque de renfort avant et la citerne, une séparation à la soudure d'angle qui s'était propagée jusque dans la citerne, faisant une brèche en 2 endroits. Cette défaillance de la longrine tronquée

était d'un type similaire à celle observée au cours de l'enquête du NTSB sur l'accident de Cherry Valley, dans l'Illinois.

- 4.19 Le manque de lisibilité des inscriptions au pochoir ou l'absence de marques estampées ont nui à l'identification sur le terrain de certains wagons-citernes déraillés. Certaines plaques d'identification avaient été fixées avec des attaches à faible point de fusion et se sont détachées du wagon au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement.



Figure 1: Vue aérienne de la zone du déraillement

Les wagons-citernes déraillés sont identifiés en fonction de leur position dans le convoi





(a) Marque estampée sur la longrine tronquée du wagon n° 33 sur le terrain et l'identifiant comme le wagon-citerne WFIX 130603 (n° 22 dlc)



(b) Marque estampée sur la plaque-couvercle des raccords supérieurs du wagon n° 35 sur le terrain et l'identifiant comme le wagon-citerne NATX 310412 (n° 33 dlc)

Figure 2: Exemples représentatifs de marques estampées sur les wagons-citernes déraillés



(c) Marque estampée « R50175-182 » (encerclée) sur la tête du wagon n° 21 sur le terrain et l'identifiant comme le wagon-citerne NATX 310581 (n° 27 dlc)

Figure 2: Exemples représentatifs de marques estampées sur les wagons-citernes déraillés



(a) Plaque d'identification de citerne sur le côté intérieur de la traverse pivot BL du wagon WFIX 30682



(b) Plaque d'identification de citerne soudée sur la traverse pivot du wagon CTCX 735617

Figure 3: Exemples représentatifs de plaques d'identification de citerne



(c) Plaque d'identification de citerne détachée trouvée à côté du wagon TILX 316622



(d) Plaque d'identification de citerne avec texte manquant observée sur le wagon PROX 44428

Figure 3: Exemples représentatifs de plaques d'identification de citerne



Figure 4: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches de coque résultant de dommages attribuables aux chocs



Figure 5: Photographie aérienne de wagons avec des petites (en vert), moyennes (en jaune) ou grandes (en rouge) brèches de coque



Figure 6: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches de tête résultant de dommages attribuables aux chocs



Figure 7: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches aux raccords supérieurs résultant de dommages attribuables aux chocs



Figure 8: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches aux DDP résultant de dommages attribuables aux chocs



Figure 9: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches aux RDB résultant de dommages attribuables aux chocs



Figure 10: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec brèches résultant de ruptures thermiques



Figure 11: Photographie aérienne de wagons (en rouge) avec trous de brûlure



## **Annexe A: Résultats de l'inspection des wagons-citernes**

Les tableaux A-1 à A-63 résument les résultats de l'inspection sur le terrain des wagons-citernes déraillés. Les figures A-1 à A-63 montrent des photos représentatives de chacun de ces wagons.

Clé des abréviations utilisées dans la présente annexe

AL: bout A, côté gauche

AR: bout A, côté droit

BL: bout B, côté gauche

BR: bout B, côté droit

RDB: robinet de déchargement par le bas

DDP: dispositif de décharge de pression

Toutes les orientations sont indiquées depuis la perspective qui fait face au bout B du wagon-citerne.

Sur certains wagons-citernes, on a remarqué une « ligne vapeur-liquide ». Cette ligne correspond à une différence dans l'étendue des dommages par le feu qui ont frappé les parties supérieure et inférieure de la citerne au moment de son immobilisation. La partie supérieure se serait trouvée dans l'espace vapeur au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement et, ainsi, aurait été plus oxydée. La partie inférieure se trouvait dans l'espace liquide et avait subi moins de dommages par le feu en raison de l'effet de refroidissement du liquide.

Tableau A-1: Wagon-citerne TILX 316547

Position dans le convoi (dlc)	3
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit à côté du wagon couvert, perpendiculairement à la voie de triage 2.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée et avait une couleur de rouille au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée allant d'environ le 1/4 de la hauteur au bout B au 1/3 de la hauteur au bout A.
Coque	Le côté supérieur gauche de la coque, adjacent au bout B, présentait une grande bosselure, avec dépression rectangulaire et perforation d'environ 2 pieds de longueur au milieu.
Têtes	La tête du bout A ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs. Le quadrant supérieur gauche de la tête du bout B contenait une perforation où s'était logé un morceau de rail. Il y avait une seconde perforation de taille similaire adjacente à la première et un creux linéaire au-dessus. Un autre morceau de rail était coincé dans une perforation sur la traverse pivot BR.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB se trouvait dans la position de fermeture, mais non verrouillée, puisque le mécanisme de fixation était endommagé.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était gondolé, mais encore fixé. La paroi de l'enceinte ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, et ses 6 boulons intacts.
Longrines tronquées et attelages	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.



(a) Tête du bout B



(b) Morceau de rail logé dans la traverse pivot



(c) Tête du bout A



(d) Coque



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme.



(f) RDB

Figure A-1: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316547

**Tableau A-2: Wagon-citerne WFIX 130608**

Position dans le convoi (dlc)	4
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche à côté du wagon TILX 316547, à peu près parallèlement à la voie de triage 2.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée au-dessus de la ligne liquide-vapeur située à mi-hauteur environ.
Coque	La coque comprenait une rupture thermique longitudinale d'environ 15 pieds de longueur sur le côté droit entre le milieu et le bout A.
Têtes	Aucun dommage attribuable aux chocs sur les deux têtes.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	La paroi de l'enceinte était déformée. Le couvercle de l'enceinte avait été déchiré par un choc, mais était encore fermé et fixé. Il n'y avait aucun dommage visible aux raccords à l'intérieur de l'enceinte.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, et ses 6 boulons intacts.
Longrines tronquées et attelages	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Gros plan de la rupture thermique dans la coque



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme



(f) RDB

Figure A-2: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130608

**Tableau A-3: Wagon-citerne TILX 316359**

Position dans le convoi (dlc)	5
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé presque sens dessus dessous, son bout B encore attelé au bout B du wagon WFIX 130608, à peu près parallèlement à la voie de triage 2.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée allant environ des 3/4 de la hauteur au bout B jusqu'à près du sommet du bout A.
Coque	Le dessus de la coque comportait quelques bosselures peu profondes près du bout A. La coque près de la traverse pivot AL était visiblement bombée. La région bombée se trouvait au-dessus de la ligne liquide-vapeur.
Têtes	Il n'y avait aucun dommage attribuable aux chocs à la tête du bout A. La tête du bout B était légèrement bosselée autour de son bord supérieur.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était déformé vers l'intérieur, mais encore attaché. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert et ses 6 boulons intacts. On l'a probablement ouvert à des fins de récupération du produit.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées étaient légèrement déformées.



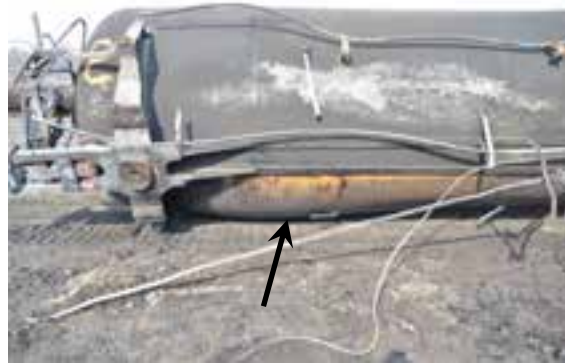
(a) Photo in situ montrant le wagon WFIX 130608 (à gauche) attelé au wagon TILX 316359 (à droite) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(b) Tête du bout B



(c) Tête du bout A



(d) La flèche pointe vers la coque bombée entre le bout A et le milieu (photo du Projet de sécurité RSI-AAR).



(e) Vue de la coque bombée prise avant la mise en transition du wagon (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(f) Coque



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme



(h) RDB

Figure A-3: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316359

**Tableau A-4: Wagon-citerne TILX 316338**

Position dans le convoi (dlc)	6
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche, à peu près parallèlement à la voie de triage 2.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. L'oxydation générale du wagon ne permet pas de déceler la présence d'une ligne liquide-vapeur.
Coque	Aucun dommage attribuable aux chocs n'a été observé.
Têtes	Un morceau de rail s'était logé dans la tête du bout A sur le côté gauche, à mi-hauteur environ. La tête du bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était de travers et déformé. On l'a trouvé dans la position de fermeture, goupille non fixée. Le couvercle et l'enceinte présentaient d'importants dommages par le feu.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert et ses 6 boulons intacts. On l'a probablement ouvert à des fins de récupération du produit.
Longrines tronquées et attelages	Il n'y avait aucun dommage important attribuable aux chocs aux deux bouts. Un attelage séparé du wagon NATX 310428 était encore attaché à l'attelage du bout B du wagon TILX 316338.





(a) Tête du bout B



(b) Attelage séparé attaché à l'attelage du bout B



(c) Tête du bout A où s'est logé un morceau de rail (encerclé)



(d) Morceau de rail enfoncé photographié avant la mise en transition du wagon (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Coque



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB

Figure A-4: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316338

**Tableau A-5: Wagon-citerne NATX 310428**

Position dans le convoi (dlc)	7
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté inférieur gauche, à angle avec le wagon TILX 316338 et la voie de triage 2.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée au-dessus de la ligne liquide-vapeur située environ aux 2/3 de la hauteur de la tête.
Coque	La coque comportait une bosselure en angle sur le côté droit, entre le milieu et le bout A.
Têtes	La tête du bout A présentait une rainure et une petite perforation sur son bord droit, environ à mi-hauteur. Le bout B avait une petite bosselure sur son bord droit, environ à mi-hauteur.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé n'avait rien d'anormal. Le manchon et la chaîne du RDB étaient encore attachés, mais couverts de résidus de produit. La poignée du RDB était déformée et sortie de son point de raccordement avec le robinet, juste à l'intérieur du dispositif de protection contre le glissement.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée à la charnière et manquait. Les manchons des raccords supérieurs avaient été cisailés.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP était bouché par des débris, mais, de l'extérieur, ne semblait pas endommagé.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert et ses 8 boulons desserrés, l'un d'eux légèrement courbé. Sur les photographies aériennes, le couvercle du trou d'homme était fermé, ce qui confirme qu'on l'avait ouvert à des fins de récupération.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées étaient légèrement déformées. L'attelage au bout B manquait et on l'a trouvé encore attaché au wagon TILX 316338.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Gros plan d'une rainure et d'une perforation sur la tête du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Coque



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme. La flèche pointe vers une bosselure en angle dans la coque.



(f) RDB

Figure A-5: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310428

**Tableau A-6: Wagon-citerne CTCX 735541**

Position dans le convoi (dlc)	8
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, à peu près parallèlement à la voie de triage 3. Le bout A du wagon était encore attelé au bout B du wagon DBUX 303879.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était noirci à la grandeur; une plaque de rouille recouvrait une grande partie du bout B.
Coque	La coque présentait une bosselure dans le haut à droite, près du bout A.
Têtes	Le bout A présentait une perforation sur son bord droit, environ à mi-hauteur. La tête du bout B comportait une bosselure sur son quadrant inférieur droit.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé n'avait rien d'anormal. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert soupape à bille fermée. La poignée était fixée dans la position de fermeture. La soupape à bille montrait des signes de léger suintement.
Raccords supérieurs	L'enceinte avait été déformée par un choc et déplacée latéralement. Elle a été trouvée dans la position de fermeture, mais non fixée. Un des raccords à l'intérieur de l'enceinte avait subi des dommages attribuables aux chocs (courbé); les autres n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert. 2 des 6 boulons manquaient et 1 boulon était courbé. Sur les photographies aériennes du site du déraillement, le couvercle était fermé, indication qu'il avait été ouvert au cours des opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Photo montrant l'alignement des perforations de tête sur les wagons CTCX 735541 (à gauche) et DBUX 303879 (à droite) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Gros plan de la rainure et de la perforation encerclées en (b) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Coque



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB



(h) Gros plan d'un léger suintement par le RDB

Figure A-6: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735541

**Tableau A-7: Wagon-citerne DBUX 303879**

Position dans le convoi (dlc)	9
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche, à peu près parallèlement à la voie de triage 3. Le bout B du wagon était encore attelé au bout A du wagon CTCX 735541.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement brûlé à la grandeur, avec oxydes de surface blancs et rouges.
Coque	La coque présentait une bosselure profonde en angle dans le haut à gauche, près du bout B. Il y avait une bosselure peu profonde en haut à gauche, près de la jonction tête-coque au bout A.
Têtes	La tête du bout A montrait une grande bosselure dans le quadrant supérieur droit. Elle comportait aussi à son bord gauche une rainure et une petite perforation, alignées avec une rainure et une perforation similaires sur le bout B du wagon CTCX 735541 (figure A-6c). La tête du bout B n'avait rien d'anormal.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte était déformée, déchirée et suspendue à un côté de la charnière. Les raccords ne montraient aucun signe de dommage attribuable aux chocs visible. Une soupape à bille de 2 pouces avait été enlevée après le déraillement et pendait à sa chaîne.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert, 1 de ses 6 boulons manquait. Le joint d'étanchéité était brûlé. Sur les photographies aériennes du site du déraillement, le couvercle était fermé, indication qu'il avait été ouvert au cours des opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Photo in situ d'une petite perforation au bord gauche du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Gros plan de la rainure et de la perforation montrées en (c) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Coque



(f) RDB



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme



(h) DDP

Figure A-7: Photographies de l'état du wagon-citerne DBUX 303879

**Tableau A-8: Wagon-citerne WFIX 130682**

Position dans le convoi (dlc)	10
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche entre la voie ouest du triage de virage, à angle avec celle-ci, et la voie de triage 3.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon n'a pas été endommagé par le feu; toutes ses inscriptions au pochoir et ses décalcomanies étaient intactes.
Coque	La coque présentait le long de son côté gauche, au milieu, une bosselure transversale peu profonde. Il y avait des éraflures le long du côté droit du wagon, ainsi qu'une bosselure peu profonde au bout A.
Têtes	Le bout A comportait une petite bosselure dans le quadrant supérieur droit, entourée par des rainures et des éraflures d'origine toute récente. La tête du bout B présentait une bosselure à son bord droit, à la mi-hauteur environ.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était ouvert lorsque le BST en a fait l'examen, mais les photographies prises par l'équipe du Projet de sécurité RSI-AAR indiquent qu'il était fermé et fixé au moment où le wagon s'est immobilisé. Les raccords à l'intérieur ne montraient aucun dommage attribuable aux chocs visible. On a remarqué que l'enceinte était partiellement remplie de produit après le déraillement, ce qui donne à penser que du produit s'est peut-être échappé par certains raccords.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert et ses 6 boulons intacts. Comme on l'avait trouvé fermé après le déraillement, il avait été ouvert durant les opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées étaient légèrement déformées.





(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) RDB

(e) Raccords supérieurs et trou d'homme  
(photo du Projet de sécurité RSI-AAR)(f) Produit dans l'enceinte (photo du Projet  
de sécurité RSI-AAR)

Figure A-8: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130682

**Tableau A-9: Wagon-citerne TILX 316641**

Position dans le convoi (dlc)	11
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche, en aval de l'empilement principal et parallèlement à la voie ouest du triangle de virage. Le bout B du wagon était encore attelé au bout B du wagon TILX 316570.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était noirci par les dommages causés par le feu. Certaines marques étaient encore partiellement visibles.
Coque	Quelques éraflures longitudinales dans le bas, mais aucune bosselure ni autre dommage attribuable aux chocs.
Têtes	Aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement, le manchon du RDB et l'ensemble poignée ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée du RDB était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	Aucun dommage attribuable aux chocs à la paroi et au couvercle de l'enceinte; le couvercle était fermé et fixé. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte fermée; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert et ses 6 boulons intacts. Comme on l'avait trouvé fermé après le déraillement, il avait été ouvert durant les opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B n'avait rien d'anormal.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) RDB



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme



(f) Photo in situ du wagon TILX 316570 (à gauche) encore attelé au wagon TILX 316641 (à droite) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-9: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316641

**Tableau A-10: Wagon-citerne TILX 316570**

Position dans le convoi (dlc)	12
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, juste en aval de l'empilement principal et parallèlement à la voie ouest du triangle de virage. Le bout B du wagon était encore attelé au bout B du wagon TILX 316641.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée au-dessus de la ligne liquide-vapeur située à mi-hauteur environ.
Coque	La coque était flambée de façon importante entre le bout A et le milieu; il y avait une grande rupture sur son côté gauche dans la zone déformée.
Têtes	La tête du bout A présentait une grande bosselure près du sommet, ainsi qu'une plus petite dessous. La tête du bout B n'avait rien d'anormal.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs. Le manchon du RDB était intact, mais l'ensemble poignée s'était détaché à la jonction avec le robinet, à l'intérieur du dispositif de protection contre le glissement.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était déformé, endommagé au niveau de la charnière et sorti de son mécanisme de verrouillage. Le couvercle est tombé au moment où le wagon a été mis en transition. L'enceinte était partiellement remplie de terre, mais les raccords visibles ne présentaient aucun dommage apparent attribuable aux chocs.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé; 1 boulon était desserré et les 5 autres étaient intacts.
Longrines tronquées et attelages	Deux rails s'étaient logés dans la traverse pivot AR. La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la droite. La longrine tronquée au bout B n'avait rien d'anormal.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Photo in situ montrant le flambage de la coque au bout A et le ballast empilé au bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Photo in situ des rails logés dans la traverse pivot AR du wagon (photo de Transports Canada)



(f) Gros plan des 2 rails logés dans la traverse pivot AR (photo de Transports Canada)



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme



(h) RDB

Figure A-10: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316570

**Tableau A-11: Wagon-citerne NATX 310457**

Position dans le convoi (dlc)	13
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous à l'avant de l'empilement, perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le wagon montrait d'importants dommages par le feu, ainsi qu'une couleur rouille aux deux bouts, moins endommagés, des cloques et une perte de métal près des raccords supérieurs.
Coque	La coque présentait une grande bosselure sur le côté AR correspondant à l'endroit où le wagon avait percuté le bout A du wagon TILX 316570. Il y avait une bosselure correspondante sur le côté AL où le wagon a été coincé entre les wagons WFIX 130638 et TILX 316570 (figure A10e). Il y avait une bosselure sur le côté gauche près du bout B.
Têtes	Aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et le manchon du RDB n'affichaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée était dans la position de fermeture, sa rallonge et son coude intacts; cependant, la poignée elle-même et l'ensemble goupille de verrouillage avaient subi des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait, les raccords étaient cisailés et la tubulure de vidange était partiellement sortie de la citerne.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP était bouché par de la terre, mais ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé; 1 boulon était desserré et les 7 autres, intacts.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B était considérablement déformée vers la gauche.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A et partie inférieure de la coque



(c) Tête du bout A et côté droit de la coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Gros plan d'une bosselure sur le côté AR de la citerne (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) RDB



(f) DDP, raccords supérieurs et trou d'homme

Figure A-11: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310457

**Tableau A-12: Wagon-citerne WFIX 130638**

Position dans le convoi (dlc)	14
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé presque sens dessus dessous à l'avant de l'empilement, perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le wagon montrait d'importants dommages par le feu, avec une décoloration plus rougeâtre près de la rupture transversale dans la coque.
Coque	Le sommet de la coque présentait une bosselure profonde, avec une grande rupture transversale dans la première section de coque depuis le bout B. Cette rupture n'était pas liée à une soudure. La coque montrait aussi un flambage longitudinal sur presque toute sa longueur. Le côté AR de la coque et la traverse pivot AR avaient subi des dommages attribuables aux chocs.
Têtes	La tête du bout A montrait une grande bosselure près de son sommet. La tête du bout B n'avait rien d'anormal.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé présentait des dommages attribuables aux chocs et des éraflures sur son côté gauche. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert une soupape à bille fermée et oxydée (endommagée par le feu). La poignée s'était détachée à sa jonction avec le robinet et manquait.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était légèrement déformé et de travers, mais encore fixé. Certains débris ont été observés à l'intérieur de l'enceinte, mais, comme les raccords n'étaient pas visibles, leur état n'a pu être déterminé.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé; 1 boulon était desserré et les 5 autres étaient intacts.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la gauche. Les deux longrines tronquées présentaient certains dommages attribuables aux chocs.





(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Vue du flambage longitudinal sur toute la longueur de la citerne (photo du Projet RSI-AAR de sécurité ferroviaire)



(e) Bosselure et traverse pivot endommagée sur le côté AR de la coque (photo du Projet de sécurité ferroviaire RSI-AAR)



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB



(h) Gros plan de la soupape à bille du RDB

Figure A-12: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130638

**Tableau A-13: Wagon-citerne NATX 310473**

Position dans le convoi (dlc)	15
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit à l'avant de l'empilement, perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée au-dessus d'une ligne liquide-vapeur inclinée depuis environ la mi-hauteur au bout B jusqu'au-dessous du milieu de la mi-hauteur au bout A.
Coque	La coque était flambée et bosselée sur son côté supérieur gauche près des deux bouts (A et B). Il y avait une étroite bosselure en angle avec une petite perforation sur le côté BL près du bout B.
Têtes	La tête du bout A affichait 3 petites bosselures peu profondes près du bord du quadrant supérieur gauche. La tête du bout B comportait une grande bosselure près du sommet et une plus petite sur son côté droit. Elle montrait aussi une bosselure et une perforation près du bord du quadrant inférieur gauche (à la position 8 h environ).
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et le manchon du RDB n'affichaient aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée. Cependant, la rallonge et les supports avaient subi des dommages attribuables aux chocs et un certain suintement de produit a été observé à l'intérieur du dispositif de protection contre le glissement.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait et les deux manchons étaient sectionnés; un des deux raccords pendait à la chaîne de son bouchon d'extrémité.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP était bouché par de la terre, mais ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert; 1 des 8 boulons et oreilles était cassé. Le couvercle était fermé au moment où le wagon s'est immobilisé et avait été ouvert au cours des opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la droite. La longrine tronquée au bout B était légèrement courbée vers le haut.



(a) Tête du bout B



(b) Gros plan d'une perforation dans la tête du bout B



(c) Tête du bout A



(d) Coque



(e) Bosselure et petite perforation (flèche) sur le côté BL de la citerne (photo du Projet de sécurité ferroviaire RSI-AAR)



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB



(h) Gros plan d'un suintement par le RDB

Figure A-13: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310473

**Tableau A-14: Wagon-citerne TILX 316379**

Position dans le convoi (dlc)	16
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche à l'avant de l'empilement, perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon montrait à la grandeur des dommages par le feu. La surface de la citerne était davantage oxydée, avec une couleur rouille au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée depuis environ les 3/4 de la hauteur au bout B jusqu'au sommet du bout A.
Coque	La moitié supérieure de la coque affichait plusieurs bombements et du flambage.
Têtes	La tête du bout A présentait une grande bosselure peu profonde sur le bord droit (à la jonction avec la coque) et une petite bosselure dans le quadrant inférieur droit. La tête du bout B n'avait rien d'anormal.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé présentait des dommages attribuables aux chocs et des éraflures sur son côté gauche. Le manchon du RDB était sectionné à la bride, mettant à découvert une soupape à bille qui était partiellement recouverte de résidus de produit. Après avoir essuyé la bille pour enlever une partie de ces résidus, on a observé qu'elle était fermée et suintait peut-être. La poignée s'était détachée à sa jonction avec le robinet et manquait.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était déformé et de travers, goupille de verrouillage non fixée. Les raccords à l'intérieur ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs; cependant, ces raccords et l'enceinte avaient une couleur rougeâtre qui indiquait d'importants dommages par le feu.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme a été trouvé à côté du wagon mis en transition. La charnière et 2 des 6 boulons étaient cassés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A n'avait rien d'anormal. L'attelage au bout B s'était détaché et la longrine tronquée était déformée (endommagée par un choc).



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A. La flèche pointe vers le couvercle de trou d'homme détaché.



(c) Coque



(d) Vue en angle de bombements sur le côté droit de la citerne (photo du Projet de sécurité ferroviaire RSI-AAR)



(e) RDB



(f) Photo, prise après l'essuyage des résidus de produit, montrant la soupape à bille fermée du RDB



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme

Figure A-14: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316379

**Tableau A-15: Wagon-citerne ACFX 79709**

Position dans le convoi (dlc)	17
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche à l'avant de l'empilement, perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était endommagé par le feu, mais de la peinture était encore visible sur le côté gauche.
Coque	Le sommet et les côtés de la coque étaient déformés vers l'intérieur. Il y avait une longue rupture transversale dans le dessus de la 4 <sup>e</sup> section de coque depuis le bout B. Le côté AR près du bout A présentait une bosselure longitudinale, avec une petite perforation juste au-dessus. Cette bosselure s'étendait jusqu'au bord de la tête du bout A.
Têtes	La tête du bout A n'avait rien d'anormal. La tête du bout B présentait de multiples bosselures, avec une petite perforation dans la bosselure supérieure droite près du bord.
Robinet de déchargement par le bas	Le RDB était intact, sa poignée fermée et fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait et les deux manchons étaient sectionnés. La charnière de l'enceinte s'était sectionnée et le couvercle manquait.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Un des 2 DDP affichait de légers dommages attribuables aux chocs (boulon cassé). L'autre DDP n'avait rien d'anormal.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé. 7 des 8 boulons étaient desserrés, le 8 <sup>e</sup> était intact.
Longrines tronquées et attelages	Le plateau supérieur de l'attelage à double plateau au bout B était cassé. La longrine tronquée au bout B n'avait rien d'anormal. L'attelage au bout A s'était détaché, la longrine tronquée était déformée et courbée vers la droite.



(a) Tête du bout B



(b) Gros plan d'une petite perforation dans la tête du bout B - voir la flèche en (a)



(c) Tête du bout A



(d) Coque



(e) Gros plan de la région repérée par une flèche (d) montrant une bosselure longitudinale et une petite perforation dans la coque (photo du Projet de sécurité ferroviaire RSI-AAR)



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB

Figure A-15: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 79709

**Tableau A-16: Wagon-citerne TILX 316333**

Position dans le convoi (dlc)	18
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit à l'avant de l'empilement, perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu) au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée allant d'environ les 2/3 de la hauteur au bout A jusqu'à plus des 3/4 de la hauteur au bout B.
Coque	La coque comportait une rupture thermique longitudinale de 8 à 9 pieds de longueur dans la partie supérieure gauche de la première section de coque depuis le bout B. Il y avait une grande bosselure sur le dessus de la coque, juste au-dessus de la rupture thermique. La coque avait aussi une bosselure profonde sur le côté gauche adjacent au bout A.
Têtes	La tête du bout A comportait une bosselure peu profonde en son milieu. La tête du bout B avait une bosselure à la mi-hauteur environ sur le côté gauche, avec une petite rainure (de quelque 3 pouces de longueur) et une perforation à son point le plus profond.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé présentait des dommages attribuables aux chocs et des éraflures sur son côté gauche. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. La poignée s'était détachée à sa jonction avec le robinet et manquait.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était légèrement gondolé, mais fermé et fixé. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, mais 4 des 6 boulons s'étaient desserrés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A n'avait rien d'anormal. La longrine tronquée au bout B avait subi des dommages attribuables aux chocs et était courbée vers la gauche.





(a) Tête du bout B



(b) Gros plan d'une petite perforation dans la tête du bout B



(c) Longrine tronquée au bout B



(d) Tête du bout A



(e) Coque



(f) Rupture thermique dans la coque



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme



(h) RDB

Figure A-16: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316333

**Tableau A-17: Wagon-citerne TILX 316549**

Position dans le convoi (dlc)	19
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est arrêté penché sur son côté gauche et presque sens dessus dessous à l'avant de l'empilement et perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu) au-dessus de la ligne liquide-vapeur située aux 2/3 environ de la hauteur.
Coque	La coque comportait plusieurs bosselures en angle sur les deux côtés, près des bouts A et B. Elle était écrasée vers l'intérieur dans le haut à droite, au milieu, et bombée vers l'extérieur dans le bas.
Têtes	La tête du bout A montrait plusieurs petites bosselures et une autre plus grande et profonde, avec une perforation à peu près rectangulaire située dans le quadrant inférieur droit. La tête du bout B contenait plusieurs bosselures peu profondes dans sa moitié supérieure.
Robinet de déchargement par le bas	Le RDB était intact, sa poignée fermée et fixée.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était légèrement gondolé, mais fermé et fixé. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était ouvert et ses 6 boulons intacts. Le couvercle montrait des formes rondes aux emplacements des boulons; les dommages par le feu y étaient moindres que sur la surface environnante. On en conclut que les boulons étaient bien en place quand le wagon fut exposé à l'incendie ayant suivi le déraillement et que le couvercle a été ouvert par la suite au cours des opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la gauche et l'attelage avait perdu sa mâchoire. La longrine tronquée au bout B avait subi des dommages importants et était courbée vers la gauche. L'attelage était sorti de la longrine tronquée et s'en était partiellement détaché.



(a) Tête du bout B



(b) Coque



(c) Coque



(d) Tête du bout A



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme



(f) RDB

Figure A-17: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316549

**Tableau A-18: Wagon-citerne CTCX 735527**

Position dans le convoi (dlc)	20
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, sous le wagon WFIX 130603 (n° 22 dlc), à l'avant de l'empilement et perpendiculairement à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu), avec une décoloration rouge autour d'une grande perforation dans la coque. La ligne liquide-vapeur était inclinée depuis le 1/4 de la hauteur au bout B jusqu'à la 1/2 de la hauteur au bout A.
Coque	La coque comportait de grandes bosselures sur le côté BL et dans le bas entre le bout B et le milieu. La partie supérieure de la première section de coque depuis le bout B présentait une grande perforation aux bords enroulés vers l'intérieur. La coque était également flambée longitudinalement à son sommet entre le milieu et le bout A.
Têtes	La tête du bout A montrait une profonde bosselure sur presque toute sa surface, conférant à celle-ci un profil concave plutôt que convexe. La tête du bout B avait une bosselure peu profonde près du bord droit.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert une soupape à bille fermée et oxydée (endommagé par le feu). La poignée du RDB s'était détachée à son point prévu de rupture et manquait.
Raccords supérieurs	L'enceinte était déformée et de travers. Elle était fermée, mais non fixée. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage attribuable aux chocs visible au DDP.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, et ses 6 boulons intacts.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi des dommages attribuables aux chocs et était courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers la gauche; l'attelage manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Coque BL



(c) Tête du bout B et coque



(d) Perforation dans la coque



(e) DDP, raccords supérieurs et trou d'homme



(f) RDB



(g) Tête du bout A



(h) Flambage dans la coque près du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-18: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735527

**Tableau A-19: Wagon-citerne NATX 310477**

Position dans le convoi (dlc)	21
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous sous le wagon TILX 316556 (n° 23 dlc), sur le côté gauche de l'empilement principal. Le wagon était pratiquement parallèle à la voie ouest du triangle de virage.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu), avec une décoloration rouge et perte de métal dans certaines zones.
Coque	La partie centrale de la coque était écrasée. Dans les zones les plus déformées, le rayon de courbure était inférieur à 1 pied. Cette déformation était compatible avec un flambage général causé par des impacts aux deux bouts. De plus, le bas du wagon était écrasé à l'endroit où le wagon n° 23 dlc s'est immobilisé par-dessus. Aucune rupture n'a été observée dans la coque.
Têtes	Les deux têtes (bouts A et B) présentaient de multiples bosselures sur une grande partie de leur surface. Des marques attribuables aux chocs et des rainures ont été constatées dans plusieurs de ces bosselures, mais il n'y avait pas de perforations.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs important. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée. Cependant, la rallonge de poignée et les supports avaient été déformés par les dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée et les raccords supérieurs avaient été sectionnés.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le manchon du DDP était sectionné juste au-dessus de la plaque de renfort sur la coque.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme et plusieurs de ses boulons manquaient.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée dans la direction supérieure droite, et son côté gauche rompu. La longrine tronquée au bout B était courbée dans la direction supérieure droite.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) RDB



(e) DDP, trou d'homme et raccords supérieurs



(f) Trou d'homme et raccords supérieurs

Figure A-19: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310477

**Tableau A-20: Wagon-citerne WFIX 130603**

Position dans le convoi (dlc)	22
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Le wagon s'est immobilisé sous les wagons ACFX 76605 (n° 24 dlc) et TILX 316556 (n° 23 dlc). Une partie du bout B de ce wagon était visible entre les 2 autres wagons, ce qui donne à penser qu'il était à peu près debout.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu), avec une décoloration rouge.
Coque	La coque montrait un écrasement latéral compatible avec des chocs latéraux. À chaque bout, elle était courbée dans des directions opposées, ce qui lui donnait une forme globale en « S ». Il y avait une grande rupture transversale dans la première section de coque près du bout B, sa taille était semblable au diamètre du wagon.
Têtes	La tête du bout A était légèrement déformée. Le côté gauche de la tête du bout B était considérablement écrasé, en compatibilité avec la déformation et la rupture adjacentes de la coque.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs important. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée. Cependant, la rallonge de poignée et les supports avaient été déformés par des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était déformé et suspendu à la charnière, mais la paroi était intacte. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte ne montraient aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, et ses 6 boulons intacts.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers la droite. Son attelage avait été arraché hors de la longrine. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la droite, et son côté gauche rompu.





(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Détail de la grande rupture de coque



(e) Trou d'homme et raccords supérieurs



(f) RDB

Figure A-20: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130603

**Tableau A-21: Wagon-citerne TILX 316556**

Position dans le convoi (dlc)	23
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit dans l'empilement principal, par-dessus les wagons CTCX 735527 (n° 20 dlc), NATX 310477 (n° 21 dlc) et WFIX 130603 (n° 22 dlc). Il se trouvait à un angle d'environ 45 degrés vers la gauche par rapport à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu) à la grandeur, avec une décoloration rouge autour du RDB et de la partie supérieure gauche de la coque.
Coque	La coque montrait un écrasement latéral important compatible avec des chocs latéraux. La partie supérieure droite de la coque (1 <sup>re</sup> section depuis le bout B) était fortement écrasée et comportait une grande perforation.
Têtes	La tête du bout A n'avait rien d'anormal. La tête du bout B présentait une bosselure profonde près de son bord supérieur et son côté droit avait été écrasé, en compatibilité avec la déformation adjacente de la coque.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé n'avait rien d'anormal. L'ensemble bouchon s'est sectionné du manchon du RDB, mettant à découvert la soupape à bille presque complètement ouverte et considérablement oxydée (décoloration rouge). L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation avaient subi des dommages attribuables aux chocs; la poignée se trouvait dans la position d'ouverture.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte manquait et la paroi était considérablement déformée; elle avait commencé à se détacher de la bride. L'intérieur de l'enceinte était partiellement rempli de débris, empêchant l'inspection d'un dispositif (la soupape casse-vide). Les autres raccords supérieurs n'affichaient aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé; 2 boulons manquaient et 4 boulons étaient intacts.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la droite. La mâchoire s'était rompue et détachée de l'attelage. La longrine tronquée au bout B n'avait rien d'anormal.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Détail d'une rupture de coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Trou d'homme et raccords supérieurs



(f) Détail de la paroi d'enceinte endommagée (flèche)



(g) RDB



(h) Soupape à bille ouverte

Figure A-21: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316556

**Tableau A-22: Wagon-citerne CTCX 735629**

Position dans le convoi (dlc)	24
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit entre les wagons TILX 316556 (n° 23 dlc) et ACFX 76605 (n° 25 dlc), dans l'empilement principal. Il se trouvait à un angle d'environ 45 degrés vers la gauche par rapport à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé (endommagé par le feu) à la grandeur, avec une décoloration rouge sur la partie inférieure droite près du bout A. Il y avait une ligne liquide-vapeur fortement inclinée allant des 3/4 de la hauteur environ au bout B et disparaissant entre le milieu et le bout A, en compatibilité avec la position inclinée du wagon dans l'empilement.
Coque	Le bas de la coque présentait des bosselures peu profondes. La coque était écrasée des deux côtés, avec une bosselure plus profonde et une perforation sur le côté inférieur droit près du bout A.
Têtes	La tête du bout A avait une bosselure profonde sur presque toute sa surface. La tête du bout B montrait une petite bosselure sur le côté droit.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé n'avait subi aucun dommage attribuable aux chocs important. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. La poignée était fixée dans la position de fermeture.
Raccords supérieurs	L'enceinte était déformée et de travers. Des résidus de produit brûlés et un suintement de produit par l'enceinte endommagée suggéraient qu'il y avait eu rejet par les raccords supérieurs à l'intérieur.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP avait subi des dommages attribuables aux chocs et manquait.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé. Cinq des 6 boulons étaient cassés ou desserrés, et il y avait des résidus brûlés de produit entre le couvercle et le manchon du trou d'homme.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée aux deux bouts A et B était considérablement déformée et courbée vers le haut. Les deux attelages manquaient. La longrine tronquée au bout B était endommagée par le feu (couleur rouge), sans doute parce que le wagon s'était immobilisé avec cette longrine très proche de la perforation dans le dessus du wagon CTCX 735527 (figure A-18d).



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A

(c) Coque vue en direction du bout A  
(photo du Projet de sécurité RSI-AAR)(d) Détail d'une perforation dans la coque  
(photo du Projet de sécurité RSI-AAR)(e) DDP, trou d'homme et raccords  
supérieurs

(f) RDB

Figure A-22: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735629

**Tableau A-23: Wagon-citerne ACFX 76605**

Position dans le convoi (dlc)	25
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous à l'avant de l'empilement et à angle par rapport à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé à la grandeur, avec des cloques, une perte de métal et une décoloration rouge autour des perforations.
Coque	La coque était considérablement déformée et écrasée sur les deux côtés. Il y avait une perforation (de taille similaire à un attelage) dans la partie supérieure droite de la première section depuis le bout B. Il y avait une petite rupture (moins d'un pied de longueur) à la partie supérieure droite dans la soudure entre les première et deuxième sections depuis le bout B. Il y avait une grande rupture transversale au sommet, dans la soudure entre les première et deuxième sections depuis le bout A. Cette grande rupture était liée à une zone de déformation importante dans la coque. Il y avait également 2 ruptures plus petites dans la coque aux extrémités AL et AR de la traverse pivot au bout A.
Têtes	La tête du bout A était très déformée, avec une grande perforation sur le côté gauche à la jonction avec la coque. La tête du bout B était aussi très déformée et comportait une grande perforation sur le côté gauche.
Robinet de déchargement par le bas	Le RDB n'avait pas de dommage attribuable aux chocs, la poignée était dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée et les raccords supérieurs avaient été sectionnés.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP au bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs visible. Le manchon du DDP au bout A avait été cisailé au-dessus de la plaque de renfort sur la coque.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, avec 1 de ses 8 boulons desserrés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A s'était détachée de la plaque de renfort avant à la soudure d'angle, et l'attelage manquait. Aucun des bris de soudure ne s'était propagé à la citerne. La longrine tronquée au bout B avait subi des dommages importants et était tordue vers la gauche et le haut. L'attelage manquait.



(a) Tête et coque au bout B



(b) Détail de la perforation près de la tête du bout B et de la petite déchirure à la soudure (encerclée) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Tête du bout A



(d) Ruptures aux extrémités AL et AR de la traverse pivot au bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Coque



(f) Détail d'une grande rupture de coque et d'une perforation plus petite (flèche) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(g) RDB



(h) DDP, trou d'homme et raccords supérieurs

Figure A-23: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 76605

**Tableau A-24: Wagon-citerne PROX 44293**

Position dans le convoi (dlc)	26
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous à l'avant de l'empilement et à angle par rapport à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec des zones de rouille au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée allant d'environ les 3/4 de la hauteur au bout A jusqu'au 1/4 de la hauteur au bout B. La rupture thermique se trouve à peu près à la ligne liquide-vapeur.
Coque	La coque présentait une grande rupture thermique longitudinale sur le côté droit dans les première et deuxième sections de coque depuis le bout B. La rupture thermique mesurait environ 8 pieds de longueur. La coque était visiblement bombée dans le voisinage de la rupture thermique.
Têtes	La tête du bout B avait une bosselure à son bord supérieur droit. La tête du bout A était déformée à sa partie inférieure gauche.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé n'avait subi aucun dommage attribuable aux chocs important. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. La poignée s'était brisée au bord du dispositif de protection contre le glissement et la partie restante était fixée dans la position de fermeture, goupille de verrouillage en place.
Raccords supérieurs	L'enceinte était déformée à la charnière et non fixée, mettant partiellement à découvert les dispositifs à l'intérieur. Un des dispositifs présentait des dommages attribuables aux chocs (courbé à sa bride).
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP n'avait subi aucun dommage attribuable aux chocs.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout B était rompue et l'attelage manquait. La plaque de renfort avant s'était séparée de la citerne à la soudure d'angle. Aucun des bris de soudure ne s'était propagé au réservoir. La longrine tronquée au bout A n'avait aucun dommage attribuable aux chocs important.





(a) Tête du bout B



(b) Gros plan de la longrine tronquée rompue au bout B



(c) Tête du bout A



(d) Sommet de la coque vu depuis le bout B



(e) Coque



(f) Trou d'homme, raccords supérieurs et DDP



(g) RDB

Figure A-24: Photographies de l'état du wagon-citerne PROX 44293

**Tableau A-25: Wagon-citerne NATX 310581**

Position dans le convoi (dlc)	27
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous à l'avant de l'empilement et à angle par rapport à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé à la grandeur, avec une décoloration rouge autour des perforations dans la tête du bout A.
Coque	La partie supérieure gauche de la coque comportait une grande déformation profonde par flambage entre le bout B et le milieu, en compatibilité avec une mise en charge par choc axiale en compression.
Têtes	La tête du bout B présentait de multiples bosselures profondes et 2 perforations (une au centre et l'autre dans le bas à droite). La tête du bout A n'avait rien d'anormal.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs important. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée. Cependant, la rallonge de poignée et les supports avaient été déformés par des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée à la charnière et manquait. Les raccords supérieurs à découvert n'avaient pas de dommage attribuable aux chocs visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP était bouché par de la terre, mais ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé. Un des 8 boulons et son oreille étaient cassés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout B était rompue, courbée vers le haut et la gauche. L'attelage du bout B avait subi des dommages attribuables aux chocs (la mâchoire et le plateau inférieur étaient rompus). La longrine tronquée au bout A était courbée vers la droite et son attelage manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Coque



(e) RDB



(f) DDP, trou d'homme et raccords supérieurs

Figure A-25: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310581

**Tableau A-26: Wagon-citerne PROX 44202**

Position dans le convoi (dlc)	28
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit à l'avant de l'empilement et à angle avec la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé à la grandeur, avec une décoloration rouge autour de la grande perforation, sur le bas et au bout A.
Coque	La coque était bosselée sur les deux côtés. La première section de coque depuis le bout A comportait une bosselure profonde avec une grande perforation sur son côté inférieur gauche.
Têtes	La tête du bout B présentait 2 bosselures profondes englobant presque tout le côté droit et le quadrant inférieur droit, et une petite perforation au bord inférieur droit. La tête du bout A avait une bosselure profonde qui s'étendait sur presque toute sa surface.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. La poignée s'était détachée à la goupille de verrouillage et conservait la position de fermeture.
Raccords supérieurs	L'enceinte était légèrement de travers, mais, autrement, n'était pas endommagée. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP était bouché par des débris, mais ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la droite. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la gauche et l'attelage manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Gros plan d'une petite perforation au bord de la tête au bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Tête du bout A



(d) Coque



(e) Gros plan d'une grande perforation dans la coque



(f) RDB



(g) DDP, raccords supérieurs et trou d'homme

Figure A-26: Photographies de l'état du wagon-citerne PROX 44202

**Tableau A-27: Wagon-citerne TILX 316234**

Position dans le convoi (dlc)	29
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous dans l'empilement et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, sa surface inférieure présentant d'importants dommages par le feu (cloques, décoloration rouge).
Coque	La partie médiane de la coque était profondément courbée et écrasée sur le côté droit. La coque était considérablement déformée tout autour de la plaque de renfort des raccords supérieurs et du trou d'homme; cependant, la plaque de renfort n'était pas visiblement déformée.
Têtes	La tête du bout A comportait une bosselure profonde dans le quadrant supérieur gauche, ainsi qu'une déchirure au bord de la tête (la zone la plus déformée) et une bosselure plus petite dans le quadrant inférieur gauche. La tête du bout B avait une bosselure peu profonde située dans le quadrant supérieur gauche, avec marque attribuable aux chocs dans le bas.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs importants. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée. Cependant, la rallonge de poignée et les supports étaient légèrement courbés par suite de la déformation de la citerne dans cette zone.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte manquait et la paroi de celle-ci avait été déformée par un choc. L'enceinte était partiellement remplie de débris. La poignée de la soupape à bille de 3 pouces ne se trouvait pas dans la position horizontale, ce qui donnait à penser qu'elle aurait pu être déplacée. Cependant, les ensembles de bouchon ne présentaient aucun dommage visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et 1 de ses 6 boulons courbé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la droite et son attelage endommagé par un impact (mâchoire manquante et étrier rompu). La longrine tronquée au bout B était tordue vers la gauche et rompue. La mâchoire manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque vue depuis le bout A

(d) Coque vue depuis le bout B (photo du  
Projet de sécurité RSI-AAR)(e) Trou d'homme et raccords supérieurs  
(photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

(f) RDB

Figure A-27: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316234

**Tableau A-28: Wagon-citerne TILX 316584**

Position dans le convoi (dlc)	30
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous dans l'empilement et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée allant d'environ le 1/4 de la hauteur au bout B jusqu'à la 1/2 de la hauteur au bout A.
Coque	La coque présentait plusieurs flambages transversaux sur le dessus et une bosselure plus profonde près du bout B. Elle était bosselée sur presque tout son côté gauche, avec une perforation montrant des bords dentelés et enroulés dans la zone de la soudure entre les première et deuxième sections de coque depuis le bout A. Des photographies in situ de ce wagon indiquent que l'emplacement de la perforation était compatible avec un impact provenant de la traverse pivot BL du wagon TILX 316234 (n° 29 dlc).
Têtes	La tête du bout A n'avait rien d'anormal. La tête du bout B comportait une bosselure peu profonde sur presque toute sa surface.
Robinet de déchargement par le bas	Il y avait une marque attribuable aux chocs sur le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé, côté bout A. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. L'ensemble poignée manquait et le mécanisme de fixation avait subi des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	L'ensemble enceinte ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et 1 de ses 6 boulons cassé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et tordue vers le haut; elle touchait presque à la tête. La mâchoire manquait. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la droite. L'attelage avait subi des dommages attribuables aux chocs et un morceau de mâchoire manquait.





(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque vue depuis le bout A



(d) Perforation de la coque



(e) Trou d'homme et raccords supérieurs



(f) RDB

Figure A-28: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316584

**Tableau A-29: Wagon-citerne WFIX 130571**

Position dans le convoi (dlc)	31
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était oxydé, avec une décoloration rouge au bout B. Le côté gauche était considérablement endommagé par le feu, avec cloques et trou de brûlure près du bout A.
Coque	Le côté gauche de la coque comportait plusieurs grandes bosselures. Le sommet était écrasé vers l'intérieur sur presque toute la longueur du wagon. Dans la partie entre les raccords supérieurs et le bout B, il y avait une rainure d'environ 10 pieds de longueur se terminant en une perforation de 2 pieds de longueur.
Têtes	La tête du bout A présentait deux bosselures situées au bord dans les positions médiane et supérieure gauches. La tête du bout B avait une bosselure plus grande, mais relativement peu profonde, dans son quadrant inférieur gauche.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée à la bride et on l'a observée reposant près du bout B. Tous les boulons fixant l'enceinte à la bride étaient sectionnés et il y avait une marque attribuable aux chocs sur la paroi de l'enceinte détachée. Trois des boulons fixant la bride au manchon des raccords supérieurs avaient également été sectionnés. L'emplacement de ces boulons endommagés était en ligne avec la rainure et la perforation sur le dessus de la citerne; ce qui permet de penser que les dommages ont été causés par le même choc. Tous les raccords à l'intérieur avaient été sectionnés.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP était sectionnée.
Trou d'homme	Le wagon s'était immobilisé avec son couvercle de trou d'homme fermé. Deux des 6 boulons étaient cassés. Le couvercle du trou d'homme a été ouvert par la suite au cours des opérations de récupération.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A n'avait aucun dommage attribuable aux chocs. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la gauche. L'attelage avait subi des dommages attribuables aux chocs et le plateau inférieur manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Wagon vu in situ depuis le bout B La flèche pointe vers une marque attribuable aux chocs sur le côté de l'enceinte détachée (photo du Projet de sécurité RSI-AAR).



(d) Perforation de la coque



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme



(f) RDB

Figure A-29: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130571

**Tableau A-30: Wagon-citerne TILX 316330**

Position dans le convoi (dlc)	32
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était oxydé, avec une décoloration rouge au bout A.
Coque	La coque avait une bosselure profonde sur son côté gauche, avec une perforation et une grande rupture transversale. Une partie de cette rupture était liée à la soudure entre les première et deuxième sections de coque depuis le bout A. Le côté droit de la coque également était bosselé sur presque toute la longueur du wagon. On a aussi remarqué des bosselures sur le sommet entre le trou d'homme et le bout B.
Têtes	La tête du bout A avait une bosselure peu profonde englobant le quadrant inférieur droit, avec une bosselure plus petite au-dessus. La tête du bout B était légèrement bosselée sur le côté gauche.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé présentait des dommages attribuables aux chocs et était déformé sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée à la bride. Tous les raccords à l'intérieur avaient subi des dommages attribuables aux chocs ou avaient été sectionnés. La zone autour des raccords endommagés était partiellement couverte de résidus de produit.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP était sectionnée.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et 1 de ses 6 boulons cassé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers la droite. Sa mâchoire manquait. La longrine tronquée au bout B n'avait aucun dommage visible, mais sa mâchoire avait subi des dommages attribuables aux chocs.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque



(d) Perforation et rupture de la coque



(e) Trou d'homme et raccords supérieurs



(f) RDB

Figure A-30: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316330

**Tableau A-31: Wagon-citerne NATX 310412**

Position dans le convoi (dlc)	33
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec cloques, perte de métal et décoloration rouge. La tête et la longrine tronquée au bout B étaient extrêmement endommagées par le feu.
Coque	La moitié supérieure de la coque montrait plusieurs flambages longitudinaux. De plus, la coque présentait une déformation sous forme de flambage transversal profond dans le bas, sur le côté du dispositif de protection contre le glissement au bout A.
Têtes	La tête du bout A comportait une bosselure peu profonde et une perforation dans le quadrant inférieur gauche. La tête du bout B avait une bosselure englobant presque tout le quadrant inférieur gauche et était écrasée sur son bord supérieur droit.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté gauche. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à la soupape à bille fermée du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	L'enceinte avait subi des dommages attribuables aux chocs et était rompue. La soupape à bille de 3 pouces avait été sectionnée et la soupape à bille de 2 pouces endommagée par un choc.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP avait été déformé par des dommages attribuables aux chocs. De plus, il avait été endommagé par le feu.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé. Le couvercle et les boulons ont été considérablement endommagés par le feu.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la droite et sa mâchoire manquait. La traverse pivot BL s'était détachée et manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Gros plan de cloques et de perte de métal sur la coque



(e) Raccords supérieurs



(f) DDP



(g) RDB

Figure A-31: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310412

**Tableau A-32: Wagon-citerne TILX 316317**

Position dans le convoi (dlc)	34
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec cloques et perte de métal. Les zones autour de la perforation dans le bout B et sur le sommet entre les raccords supérieurs et le bout B avaient une couleur rouge, avec un petit trou de brûlure.
Coque	La coque était écrasée dans le haut à droite, près du bout B. Le côté gauche était bosselé vers l'intérieur sur toute la longueur.
Têtes	La tête du bout A montrait une grande bosselure englobant le quadrant inférieur droit et s'étendant dans le quadrant supérieur droit. La paroi était perforée à son bord inférieur droit et comportait une petite perforation au fond d'une rainure presque à mi-hauteur près du bord droit. La partie supérieure de la tête du bout B était bosselée et écrasée, avec une perforation à peu près au milieu.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille partiellement ouverte (d'environ 1/16 à 1/8 pouce) du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était déformé et de travers. La paroi de l'ensemble avait été déformée par des dommages attribuables aux chocs sur le côté droit. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers la droite. La traverse pivot BR et le côté droit de la longrine tronquée au bout B avaient subi des dommages attribuables aux chocs. L'attelage manquait.





(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Trou d'homme et raccords supérieurs



(e) RDB



(f) Gros plan de la soupape à bille partiellement ouverte du RDB

Figure A-32: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316317

**Tableau A-33: Wagon-citerne WFIX 130545**

Position dans le convoi (dlc)	35
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec cloques et perte de métal. Le sommet était grandement brûlé, avec un trou de brûlure dans la partie supérieure gauche près du bout A.
Coque	La coque montrait des écrasements importants et une réduction de volume dans sa partie centrale. Une petite perforation à proximité du trou de brûlure sur le côté gauche près du bout A était liée à des rainures brillantes (non oxydées), indication que cette perforation s'était probablement produite au cours de la récupération.
Têtes	La tête du bout A avait des bosselures profondes sur les bords supérieur et gauche, mais aucune perforation. La tête du bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé présentait des dommages attribuables aux chocs, avec coin intérieur déchiré et plaque latérale courbée sur le côté gauche. Le corps de la soupape aussi portait une marque attribuable aux chocs sur son côté gauche. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille partiellement ouverte (d'environ 2/3 pouce) et considérablement oxydée du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était fermé, mais considérablement endommagé par le feu. La partie adjacente au mécanisme de verrouillage et la goupille de verrouillage avaient été consumées par le feu. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP se trouvait à l'intérieur de l'enceinte; il n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé. Le couvercle et les boulons ont été considérablement endommagés par le feu.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi des dommages attribuables aux chocs. Le plateau inférieur était rompu. La longrine tronquée au bout B était courbée vers le bas et tordue vers la droite. La mâchoire manquait et le plateau inférieur était rompu.



(a) Tête du bout B



(b) Coque vue depuis la tête du bout B



(c) Tête du bout A



(d) Coque vue depuis la tête du bout A



(e) Gros plan d'une perforation et d'un trou de brûlure dans la coque



(f) Trou d'homme et raccords supérieurs



(g) RDB



(h) Gros plan de la soupape à bille partiellement ouverte du RDB

Figure A-33: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130545

**Tableau A-34: Wagon-citerne ACFX 79698**

Position dans le convoi (dlc)	36
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, écrasé sous le wagon NATX 302784 (n° 37 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec cloques, perte de métal et décoloration rouge.
Coque	Le côté droit de la coque était écrasé par le wagon WFIX 130545 (n° 35 dlc) et le côté gauche par le wagon NATX 302784 (n° 37 dlc). Cette situation a entraîné une déformation importante, avec réduction du volume sur presque toute la longueur du wagon. À la pliure entre les deux zones écrasées au sommet de la citerne, le rayon local n'était que de quelques pouces et le matériau de la coque avait commencé à se séparer des plaques de renfort des raccords supérieurs.
Têtes	La tête du bout A comportait 4 bosselures. La plus grande se trouvait à peu près au milieu et présentait une grande rupture s'étendant de haut en bas de la tête. Il y avait une perforation plus petite en bas à droite, là où la longrine tronquée endommagée avait été refoulée contre la tête. Le bout B montrait une grande bosselure sur presque tout son côté gauche. Cette bosselure s'est déformée davantage en s'écrasant dans une direction compatible avec l'immobilisation du wagon NATX 302784 (n° 37 dlc) par-dessus le présent wagon. Cette déformation combinée s'est traduite par une grande rupture à peu près au milieu de la tête.
Robinet de déchargement par le bas	Ce wagon était dépourvu de dispositif de protection contre le glissement, la protection contre les impacts était assurée par la bride de fixation conique du RDB, qui montrait de petites marques attribuables aux chocs autour de sa périphérie. La base, la poignée et l'ensemble bouchon s'étaient sectionnés à cette bride de fixation, comme prévu par la conception, mettant à découvert le tournant fermé de la soupape interne.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte s'était détaché à la charnière et manquait. Les boulons de la soupape à liquide étaient cassés et la soupape elle-même sortie de plusieurs pouces.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Les deux DDP comportaient des dommages attribuables aux chocs, des bosselures et d'importants dommages par le feu.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme se trouvait dans la position fermée, mais 3 des 8 boulons s'étaient sectionnés et 1 était courbé. Il y avait un jeu visible entre le manchon du trou d'homme et le couvercle.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers le haut et la droite. La longrine tronquée au bout B était rompue et la mâchoire manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Bas de la coque vu depuis le bout A



(d) Haut de la coque vu depuis le bout A



(e) Bas de la coque vu depuis le bout B



(f) RDB



(g) Trou d'homme et raccords supérieurs (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-34: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 79698

**Tableau A-35: Wagon-citerne NATX 302784**

Position dans le convoi (dlc)	37
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit dans l'empilement principal, par-dessus le wagon 36 (ACFX 79698) et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec une décoloration rouge. Il y avait un trou de brûlure dans la coque sur le côté gauche entre le milieu et le bout B. Les bords de ce trou de brûlure étaient courbés vers l'extérieur, donnant à penser qu'une pression interne était présente au moment de la perforation.
Coque	Le bas de la coque était bosselé sur la longueur du wagon et montrait une bosselure transversale plus profonde entre le milieu et le bout A. On a observé de multiples bosselures sur le sommet de la citerne.
Têtes	La tête du bout A comportait une bosselure peu profonde dans le quadrant inférieur droit et une marque attribuable aux chocs avec rainure profonde à son bord supérieur droit. La tête du bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB ne présentaient aucun dommage attribuable aux chocs important. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée. Cependant, la rallonge de poignée et les supports avaient été déformés par les dommages attribuables aux chocs. Des résidus de produit ont été constatés sur l'ensemble RDB.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte s'était détaché à la charnière et manquait. Les raccords avaient été sectionnés. La zone autour des raccords supérieurs était considérablement oxydée, avec une décoloration rouge.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP avait été sectionnée et l'intérieur était rempli de résidus du produit.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme se trouvait dans la position fermée, mais 2 des 6 boulons étaient desserrés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la droite et la mâchoire manquait. La longrine tronquée au bout B n'avait aucun dommage attribuable aux chocs important.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Trou de brûlure dans la coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) RDB



(f) Gros plan de résidus de produit sur le RDB



(g) Trou d'homme, raccords supérieurs et DDP

Figure A-35: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 302784

**Tableau A-36: Wagon-citerne ACFX 71505**

Position dans le convoi (dlc)	38
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La partie supérieure de la citerne était extrêmement endommagée par le feu, avec des trous de brûlure le long du bord courbé de la coque. Les raccords supérieurs étaient partiellement consumés (perte de métal). Le bas de la citerne avait été moins endommagé par le feu (légèrement oxydé).
Coque	Le côté gauche de la coque était écrasé contre les wagons ACFX 71121 (n° 39 dlc) et NATX 302784 (n° 37 dlc). Cette situation a entraîné une déformation importante, avec réduction du volume sur presque toute la longueur du wagon. Dans les zones les plus déformées au sommet de la citerne, le rayon local n'était que de quelques pouces. De plus, toute cette zone était considérablement brûlée et affichait des fissures avec surfaces de fracture brillantes, non oxydées. Il est considéré comme très probable que les dommages par le feu ont affaibli la paroi et que celle-ci s'est fissurée au cours de la récupération et de la mise en transition du wagon-citerne. La coque comportait aussi une rupture d'environ 1 pied de longueur liée à la soudure entre les première et deuxième sections de coque depuis le bout B. Cette rupture présentait des surfaces de rupture oxydées indiquant qu'elle s'était produite au cours du déraillement.
Têtes	La tête du bout A comportait une bosselure peu profonde et une perforation dans le quadrant inférieur gauche. Le côté gauche de la tête du bout B montrait plusieurs bosselures et des marques attribuables aux chocs, avec une petite perforation à peu près au milieu.
Robinet de déchargement par le bas	Ce wagon était dépourvu de dispositif de protection contre le glissement; la protection contre les impacts était assurée par la bride de fixation conique du RDB. L'ensemble RDB ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs. La poignée avait été déplacée vers la position d'ouverture. La goupille de verrouillage était suspendue à sa chaîne.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte s'était détaché à la charnière et manquait. Les raccords avaient été sectionnés. Le manchon des raccords supérieurs était partiellement consumé par le feu.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP au bout A avait subi des dommages attribuables aux chocs. Le DDP au bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs. Les deux DDP avaient subi d'importants dommages par le feu.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était dans la position fermée; le feu l'avait partiellement consumé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi des dommages attribuable aux chocs et était courbée vers la droite. La mâchoire manquait. La longrine tronquée au bout B n'était pas beaucoup endommagée, mais la mâchoire et le plateau inférieur étaient rompus.





(a) Tête du bout B



(b) Gros plan d'une petite perforation dans la tête du bout B



(c) Tête du bout A



(d) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Rupture dans la coque (flèche)



(f) Gros plan de la rupture indiquée par une flèche en (e)



(g) RDB



(h) Raccords supérieurs, trou d'homme et DDP

Figure A-36: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 71505

**Tableau A-37: Wagon-citerne ACFX 71121**

Position dans le convoi (dlc)	39
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, sous les wagons ACFX 71505, WFIX 130616 et WFIX 130585 (n <sup>os</sup> 38, 43 et 55 dlc, respectivement), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était extrêmement endommagée par le feu, avec plusieurs zones de trous de brûlure près du RDB.
Coque	Le sommet de la coque montrait une bosselure profonde, avec une perforation à la jonction avec la tête du bout A. Il présentait aussi une déformation sous forme de 2 plis profonds à la jonction avec la tête du bout B. La citerne était aplati et bosselé le long du bas et sur son côté droit. Il y avait plusieurs trous de brûlure dans le bas, dont l'un était lié à une perforation.
Têtes	Les bords des deux têtes étaient déformés à proximité de bosselures dans la coque.
Robinet de déchargement par le bas	Ce wagon était dépourvu de dispositif de protection contre le glissement; la protection contre les impacts était assurée par la bride de fixation conique du RDB. La base, la poignée et l'ensemble bouchon s'étaient sectionnés à la bride de fixation, comme prévu par la conception, mettant à découvert le tournant fermé de la soupape interne et une partie du mécanisme à came.
Raccords supérieurs	L'enceinte était écrasée et de travers, mettant à découvert la soupape à liquide endommagée (courbée) par un choc.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Les deux DDP n'avaient aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, avec 2 de ses 8 boulons desserrés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A s'était détachée à l'emplacement des butées intérieures de l'appareil de choc et de traction. L'attelage manquait. La longrine tronquée au bout B avait subi des dommages attribuables aux chocs et la mâchoire manquait.



(a) Tête du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(b) Déformation près de la tête du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Tête du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Perforation au fond d'une bosselure profonde (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(f) Trous de brûlure et perforation (flèche) sur la coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(g) RDB (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(h) Raccords supérieurs, trou d'homme et DDP (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-37: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 71121

**Tableau A-38: Wagon-citerne CTCX 735537**

Position dans le convoi (dlc)	40
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé en position presque debout, coincé entre les wagons ACFX 71505 et NATX 303128 (n <sup>os</sup> 38 et 41dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement. De plus, le bout B du wagon était écrasé sous le wagon WFIX 130585 (n° 55 dlc).
Étendue des dommages par le feu	La citerne était considérablement endommagée par le feu, avec plusieurs trous de brûlure liés aux zones plus déformées le long de la partie supérieure droite. Le bas était moins endommagé par le feu.
Coque	Le sommet de la coque présentait une grande zone écrasée entre le bout B et les raccords supérieurs, avec une déformation extrême du matériau (pliage) et une rupture entre le trou d'homme et le DDP. Une longue bosselure sur la partie supérieure droite près du bout A comportait un bord déchiré et dentelé, probablement à cause des dommages par le feu. Il y avait une autre grande bosselure sur le côté gauche près du bout B. Le bas de la coque avait plusieurs bosselures plus petites.
Têtes	La tête du bout A montrait une bosselure profonde dans le quadrant inférieur droit et une bosselure moins profonde dans le bas à gauche. Le bord supérieur droit de la tête du bout B était fortement écrasé et comportait une grande marque attribuable aux chocs rectangulaire.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. La poignée se trouvait dans la position de fermeture. Le mécanisme de fixation avait subi des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait et les raccords supérieurs avaient été sectionnés.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP était considérablement endommagé par le feu.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé. Tous les boulons étaient endommagés ou couverts de débris.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées étaient rompues, la partie restante courbée vers le haut. Les deux attelages manquaient.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A

(c) Coque vue depuis le bout B (photo du  
Projet de sécurité RSI-AAR)(d) Coque vue depuis le bout A (photo du  
Projet de sécurité RSI-AAR)

(e) RDB

(f) Raccords supérieurs, trou d'homme et  
DDP

Figure A-38: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735537

**Tableau A-39: Wagon-citerne NATX 303128**

Position dans le convoi (dlc)	41
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, écrasé entre les wagons CTCX 735537 et CTCX 735572 (n <sup>os</sup> 40 et 42 dlc) sous le wagon WFIX 130585 (n° 55 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur du wagon était considérablement oxydé, avec cloques et décoloration rouge au-dessus de la ligne liquide-vapeur inclinée allant d'environ le 1/3 de la hauteur au bout A jusqu'à la hauteur zéro près du milieu.
Coque	La coque était écrasée tout le long de sa partie supérieure droite, avec une bosselure profonde et une perforation rectangulaire près du bout A. La coque comportait 2 ruptures (une en partie le long de la soudure) au sommet de la jonction tête-coque sur le bout B. Ces ruptures étaient situées au bord d'une bosselure profonde dans la tête. Il y avait une bosselure profonde avec un bord flambé sur la partie inférieure gauche près du bout B.
Têtes	La tête du bout A était écrasée sur le dessus et affichait une bosselure dans le quadrant inférieur gauche. La tête du bout B présentait une grande bosselure englobant presque tout son côté droit, avec une rupture à la soudure joignant la tête à la coque à la partie supérieure droite (voir Coque).
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur les deux côtés. L'ensemble RDB était intact, mais la rallonge de poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait et les 2 raccords avaient subi des dommages attribuables aux chocs (un était courbé, l'autre sectionné).
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Un des boulons de la partie supérieure du DDP avait été légèrement endommagé par un choc.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et 2 de ses 6 boulons cassés.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées avaient subi des dommages attribuables aux chocs et étaient tordues vers la droite. L'attelage du bout B était encore raccordé à l'attelage séparé au bout B du wagon CTCX 735537 (n° 40 dlc). L'attelage du bout A manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Gros plan des ruptures indiquées par la flèche en (a)



(c) Tête du bout A



(d) Coque



(e) Coque



(f) Trou d'homme, raccords supérieurs et DDP



(g) RDB

Figure A-39: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 303128

**Tableau A-40: Wagon-citerne CTCX 735572**

Position dans le convoi (dlc)	42
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé en position debout contre le wagon NATX 303128 (n° 41 dlc) et sous le wagon WFIX 130585 (n° 55 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne a été considérablement oxydée, avec écaillage (perte de métal) et décoloration rouge.
Coque	La coque a été aplatie sur ses deux côtés, ce qui a formé une pliure prononcée près du bas. Il y avait une perforation sur la partie inférieure gauche près du bout B. Le dessus était écrasé entre les raccords supérieurs et le bout A.
Têtes	Le bout A présentait une bosselure profonde sur son côté droit, avec perforation sur le bord inférieur droit. Il y avait une bosselure peu profonde près du milieu. Le bout B montrait une perforation au bord inférieur gauche et 2 bosselures profondes parallèles dans sa moitié droite.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé avait subi des dommages attribuable aux chocs sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. La poignée était en position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte était ouverte et déformée. Des photos in situ montrent qu'elle était ouverte et présentait certains dommages quand le wagon s'est immobilisé. L'enceinte a été déformée davantage au cours de la mise en transition du wagon. Les raccords supérieurs n'avaient subi aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi des dommages attribuables aux chocs et l'attelage détaché au bout A du wagon WFIX 130616 était encore raccordé à l'attelage de la longrine. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers la gauche. Son attelage manquait.





(a) Tête du bout B



(b) Gros plan de la perforation indiquée par la flèche en (a) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Gros plan d'une rupture dans la zone encadrée en (a) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Tête du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Raccords supérieurs, trou d'homme et DDP



(f) RDB

Figure A-40: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735572

**Tableau A-41: Wagon-citerne WFIX 130616**

Position dans le convoi (dlc)	43
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous par-dessus les wagons ACFX 71121 et CTCX 735537 (n <sup>os</sup> 39 et 40 dlc) dans l'empilement principal et à angle avec la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne a été considérablement oxydée, avec écaillage (perte de métal) et décoloration rouge.
Coque	La partie de la coque entre le milieu de la citerne et le bout B était écrasée vers l'intérieur, depuis le haut et le bas. Il en a résulté une déformation extrême près du bout B, à l'endroit où les deux côtés étaient séparés par moins d'un pied, ce qui a entraîné une séparation presque complète de la coque et de la tête du bout B. Une partie de la rupture était liée à la soudure joignant la tête à la coque. Le côté gauche de la coque présentait une perforation dans une bosselure prononcée près du milieu de la citerne.
Têtes	La tête du bout A était bosselée dans le quadrant supérieur gauche et comportait une bosselure plus petite dans le quadrant inférieur gauche. La tête du bout B était extrêmement déformée et presque complètement séparée de la coque (voir ci-dessus).
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB n'avaient rien d'anormal. La poignée était fixée dans la position de fermeture.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte s'était détaché et la paroi de cette dernière présentait une marque attribuable aux chocs. L'enceinte était partiellement remplie de débris. Les raccords supérieurs à l'intérieur ne montraient aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé; 1 des 6 boulons était cassé, 2 étaient desserrés et il y avait des dommages attribuables aux chocs à la charnière.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs important, mais son attelage était rompu. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la gauche. Son attelage était rompu.



(a) Tête du bout B vue de différents angles



(b) Tête du bout A



(c) Gros plan de la perforation de la coque dans la zone indiquée par la flèche en (b)



(d) Coque vue depuis le bout A



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme

Figure A-41: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130616

**Tableau A-42: Wagon-citerne WFIX 130664**

Position dans le convoi (dlc)	44
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé dans la position debout sous le wagon WFIX 130585 (n° 55 dlc) dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était noircie et oxydée, avec une décoloration rouge près du bout A.
Coque	La coque avait son côté gauche écrasé et son sommet aplati entre le milieu et le bout A. Le côté gauche présentait aussi une bosselure transversale plus profonde près du milieu. Deux ruptures ont été observées à côté de la bosselure profonde dans la tête du bout A : une rupture était liée à la soudure d'angle de la plaque de renfort de la traverse pivot et l'autre rupture, à la soudure joignant la tête à la coque.
Têtes	La tête du bout A avait une bosselure profonde qui s'étendait sur presque tout son côté gauche. La tête du bout B avait de multiples bosselures. Une bosselure plus profonde près du sommet contenait une rainure et une petite perforation.
Robinet de déchargement par le bas	Le côté gauche du dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et son côté orienté vers le bout A avaient subi des dommages attribuables aux chocs. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille du RDB. La bille semblait fermée, ce qui n'a pu être confirmé toutefois parce qu'elle était partiellement voilée par de la terre. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation avaient été déformés par un impact, mais la poignée était encore fixée.
Raccords supérieurs	L'ensemble enceinte avait subi des dommages attribuables aux chocs importants – le couvercle et la paroi de l'enceinte étaient déformés et la paroi elle-même partiellement détachée du manchon. Certains dispositifs n'étaient pas visibles – les autres ne montraient aucun dommage visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé au moment où le wagon s'est immobilisé. On l'a ouvert au cours des opérations de récupération. Un boulon du couvercle de trou d'homme manquait et 1 boulon était courbé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue, courbée vers la gauche et dépourvue de sa mâchoire d'attelage. La longrine tronquée s'était séparée à la soudure d'angle entre la plaque de renfort avant et la tête. Cette fissure s'était propagée à la soudure d'angle de la plaque de renfort de la traverse pivot et jusque dans la soudure joignant la tête à la coque. La longrine tronquée au bout B était partiellement voilée par de la terre. Les parties visibles n'avaient rien d'anormal.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Gros plan de la séparation de la plaque de renfort avant - voir la flèche du bas en (b)



(d) Gros plan des séparations à la soudure de la plaque de renfort de la traverse pivot et à la soudure joignant la tête à la coque – voir la flèche du haut en (b) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Coque vue depuis le bout A



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB

Figure A-42: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130664

**Tableau A-43: Wagon-citerne WFIX 130630**

Position dans le convoi (dlc)	45
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé dans la position debout entre les wagons WFIX 130664 et TILX 316523 (n <sup>os</sup> 44 et 46 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était oxydée à la grandeur, avec d'importants dommages par le feu (décoloration rouge) autour du bout B.
Coque	Le côté droit de la coque entre le milieu et le bout B était considérablement bosselé et présentait deux petites perforations. Le bas de la coque entre le RDB et le bout A était écrasé et montrait un grand flambage transversal.
Têtes	La tête du bout A ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs. La tête du bout B contenait une perforation profonde juste au-dessus de la longrine tronquée et une grande bosselure avec rupture à la jonction avec la coque sur le côté droit.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs importants. La plaque conique s'était séparée aux deux soudures sur le côté orienté vers le bout B. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille partiellement ouverte (de 1/2 pouce) du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était légèrement de travers, mais encore fixé. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était partiellement voilée par de la terre. Les parties visibles n'avaient rien d'anormal. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers la droite.



(a) Tête du bout B



(b) Petites perforations dans la coque près de la tête du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Coque vue depuis le bout A



(d) Tête du bout A et vue du bas de la coque



(e) RDB



(f) Gros plan de la bille partiellement ouverte du RDB



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme

Figure A-43: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130630

**Tableau A-44: Wagon-citerne TILX 316523**

Position dans le convoi (dlc)	46
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé en position presque debout entre les wagons WFIX 130630 et TILX 316613 (n <sup>os</sup> 45 et 47 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était oxydée à la grandeur, avec des d'importants dommages par le feu (décoloration rouge).
Coque	La moitié inférieure de la coque était écrasée sur les deux côtés près du milieu. La coque était aplatie tout le long de son côté supérieur gauche, avec une grande perforation aux bords enroulés vers l'extérieur sur le sommet, entre le bout A et les raccords supérieurs.
Têtes	La tête du bout A comportait une petite perforation au fond d'une bosselure profonde sur son bord gauche. La tête du bout B montrait 2 bosselures dans le quadrant supérieur gauche - une d'elles avait une marque attribuable aux chocs et une petite perforation à l'intérieur.
Robinet de déchargement par le bas	Le côté gauche du dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille, qui laissait visiblement échapper du produit. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	Le couvercle et la paroi de l'enceinte avaient été déformés par un choc. Les raccords étaient partiellement visibles – aucun dommage attribuable aux chocs n'a été observé.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte ne montrait aucun dommage visible.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers la droite. L'attelage était rompu. La longrine tronquée au bout B n'était pas déformée, mais la soudure d'angle entre la plaque de renfort avant et la tête s'était disjointe. La mâchoire d'attelage manquait.





(a) Tête du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(b) Tête du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Bas de la coque vu depuis le bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) RDB (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



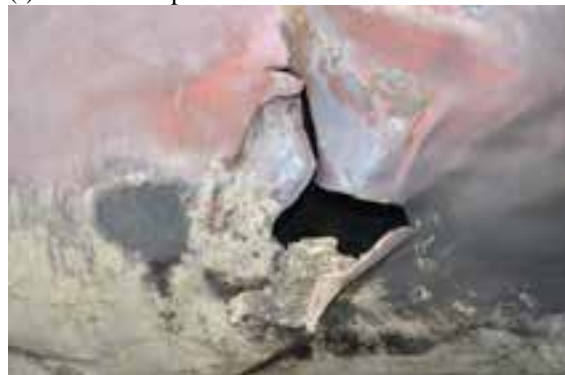
(e) Sommet de la coque vu depuis le bout B



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) Gros plan du côté perforé de la coque au bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(h) Gros plan de la perforation dans la coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-44: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316523

**Tableau A-45: Wagon-citerne TILX 316613**

Position dans le convoi (dlc)	47
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche, coincé entre les wagons TILX 316523 et TILX 316616 (n <sup>os</sup> 46 et 48 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était oxydée à la grandeur, avec d'importants dommages par le feu (décoloration rouge) autour du bout A.
Coque	La coque était écrasée vers l'intérieur depuis le haut et le bas; il en a résulté une déformation extrême près du milieu, les côtés opposés se rapprochant l'un de l'autre. Le bas de la coque présentait une grande perforation aux bords enroulés vers l'intérieur près du bout B et le sommet montrait une perforation plus petite adjacente au trou d'homme.
Têtes	La moitié supérieure de la tête du bout A comportait une bosselure peu profonde. Les côtés inférieur droit et supérieur gauche de la tête du bout B étaient écrasés (d'une manière compatible avec l'écrasement de la coque).
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille oxydée du RDB. Un petit jeu était visible entre la bille et le corps de la soupape, mais il n'y avait aucun signe de fuite de produit. La rallonge de poignée et le mécanisme de fixation avaient été déformés par un choc.
Raccords supérieurs	L'ensemble enceinte et son couvercle étaient en place, mais seulement partiellement visibles à cause de l'orientation du wagon après sa mise en transition. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le trou d'homme n'était pas visible pour l'inspection à cause de l'orientation du wagon après sa mise en transition.
Longrines tronquées et attelages	La plaque de renfort avant de la longrine tronquée au bout A s'était séparée de la tête à la soudure d'angle. La fissure s'étendait vers l'arrière jusqu'à la soudure de la plaque de renfort de la traverse pivot. La longrine tronquée au bout B était rompue et son attelage manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Tête du bout A



(c) Coque vue depuis le bout A



(d) Perforation dans le bas de la coque



(e) Bas de la coque vu depuis le bout B



(f) Perforation dans le sommet de la coque, trou d'homme et raccords supérieurs (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-45: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316613

**Tableau A-46: Wagon-citerne TILX 316616**

Position dans le convoi (dlc)	48
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit et sous le wagon TILX 316206 (n° 49 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était oxydée à la grandeur, avec des dommages par le feu plus considérables (décoloration rouge, perte de métal, zones de rouille et trous de brûlure) sur la partie supérieure.
Coque	La coque était écrasée vers l'intérieur depuis les deux côtés, avec une déformation plus considérable sur le côté droit entre le bout B et le milieu, donnant lieu à une pliure prononcée près des raccords supérieurs. La coque comportait une longue rupture dans un plan oblique dans la zone écrasée sur le côté droit. La région avec une déformation extrême près des raccords supérieurs présentait d'importants dommages par le feu et plusieurs fissures transversales.
Têtes	Le quadrant inférieur droit de la tête du bout A était considérablement bosselé. La partie supérieure avait plusieurs bosselures peu profondes. La tête du bout B était aplatie des deux côtés, en compatibilité avec la déformation par écrasement de la coque, et montrait une bosselure très profonde avec déformation considérable sur le côté inférieur gauche.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur les deux côtés. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. La rallonge de poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	L'ensemble enceinte et son couvercle étaient en place, mais seulement partiellement visibles à cause de l'orientation du wagon après sa mise en transition. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection. Le couvercle de l'enceinte était partiellement arraché. La paroi de l'enceinte était déformée vers l'intérieur à cause des dommages attribuables aux chocs et s'était partiellement séparée du manchon en raison du sectionnement de plusieurs boulons. Les raccords supérieurs à l'intérieur étaient considérablement endommagés par le feu, avec décoloration rouge et perte de métal.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte avait subi d'importants dommages par le feu.
Trou d'homme	Le trou d'homme était fermé et considérablement endommagé par le feu.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était légèrement courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B était rompue et tordue vers la droite.



(a) Tête du bout A



(b) Tête du bout B



(c) Dommages à la coque dans la région indiquée par la flèche en (b)



(d) Bas de la coque vu depuis le bout B



(e) Rupture de la coque dans la région indiquée par la flèche en (d)



(f) Trou d'homme et raccords supérieurs



(g) RDB

Figure A-46: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316616

**Tableau A-47: Wagon-citerne TILX 316206**

Position dans le convoi (dlc)	49
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche par-dessus le wagon TILX 316616 (n° 48 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était considérablement endommagée par le feu (décoloration rouge, cloques et perte de métal). La coque comportait un grand trou de brûlure dans le bas près du bout B.
Coque	La coque était comprimée vers l'intérieur, des deux côtés. Elle était considérablement flambée dans la direction transversale aux deux bouts (vers la droite au bout B et vers la gauche au bout A), ce qui lui a donné une forme en « S ». Il y avait une grande rupture transversale dans la région flambée, près de la soudure entre la coque et la tête du bout B.
Têtes	Le côté gauche de la tête du bout A comportait des bosselures peu profondes. La tête du bout B affichait une très grande bosselure sur le côté droit et était aplatie des deux côtés, en compatibilité avec la déformation de la coque.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté gauche. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. Des dépôts de rouille autour de la bille et à l'intérieur du dispositif de protection contre le glissement suggèrent que du produit avait suinté par le RDB. La rallonge de poignée était déformée et séparée de l'ensemble robinet.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était fermé et légèrement déformé. Les raccords supérieurs à l'intérieur n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le trou d'homme n'est visible sur aucune photographie.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et tordue vers la gauche. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers la droite. Les deux attelages étaient rompus.



(a) Tête du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(b) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) RDB (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Tête du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(f) Rupture au joint tête-coque du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(g) Raccords supérieurs (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(h) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-47: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316206

**Tableau A-48: Wagon-citerne TILX 316319**

Position dans le convoi (dlc)	50
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé en position debout, comprimé entre les wagons TILX 316206 et CTCX 735617 (n <sup>os</sup> 49 et 51 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était considérablement endommagée par le feu, avec écaillage et décoloration rouge sur le côté gauche et un grand trou de brûlure près du bout B.
Coque	La coque était extrêmement écrasée des deux côtés – le diamètre au milieu a été presque réduit à la largeur du dispositif de protection contre le glissement du RDB (figure A-48d). Les régions flambées sur le sommet entre le trou d'homme et le bout B présentaient de longues ruptures transversales aux bords déchirés. Les barres de renfort dans le bas de la citerne étaient rompues au flambage entre le RDB et le bout B. Une petite rupture s'était étendue jusque dans la coque à partir d'une fracture dans la barre de renfort droite.
Têtes	Le bord droit de la tête du bout A était bosselé. La tête du bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs important.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble RDB n'avaient rien d'anormal. La rallonge de poignée était séparée du RDB à l'intérieur du dispositif de protection contre le glissement. La rallonge de poignée et le mécanisme de fixation avaient été considérablement déformés par des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était légèrement déformé et de travers, mais encore fixé. Les raccords supérieurs à l'intérieur n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, 2 des 6 boulons cassés au-dessus de l'écrou et 1 boulon courbé et expulsé de sa douille.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la gauche. L'attelage était partiellement voilé par de la terre - la mâchoire était manquante. La longrine tronquée au bout B était rompue et s'était séparée à la soudure d'angle qui joignait la cale de bout de citerne à la plaque de renfort avant, mettant à découvert les butés intérieures de l'appareil de choc et de traction. L'attelage manquait.





(a) Tête du bout A



(b) Tête du bout B



(c) Coque



(d) RDB



(e) Gros plan d'une petite rupture (flèche) dans la zone encadrée en (c) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(f) Coque vue depuis le bout B



(g) Grandes ruptures dans la coque



(h) Trou d'homme et raccords supérieurs

Figure A-48: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316319

**Tableau A-49: Wagon-citerne CTCX 735617**

Position dans le convoi (dlc)	51
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout, son bout A comprimé entre les wagons TILX 316206 et CTCX 735526 (n <sup>os</sup> 49 et 53 dlc) et son bout B entre les wagons TILX 316319 et TILX 316572 (n <sup>os</sup> 50 et 52 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était considérablement endommagée par le feu, avec écaillage et décoloration rouge.
Coque	La coque présentait une déformation par écrasement et torsion, avec perte extrême de volume dans la partie médiane. Les soudures joignant le dispositif de protection contre le glissement à la coque s'étaient disjointes, avec des déchirures s'étendant dans la coque des deux côtés. Il y avait une grande rupture transversale liée à une soudure dans la zone extrêmement déformée au bas de la coque, entre le RDB et le bout B. La partie inférieure droite de la deuxième section de coque depuis le bout A présentait une petite perforation.
Têtes	Le bord droit de la tête du bout A montrait une bosselure peu profonde. La tête du bout B était très déformée (écrasée des deux côtés) et affichait dans le quadrant supérieur droit une grande bosselure profonde qui s'étendait dans la coque. Elle montrait aussi une bosselure plus petite à la partie inférieure droite.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé avait subi des dommages attribuables aux chocs importants et était partiellement séparé de la coque. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille du RDB. La plus grande partie de la surface visible de la bille était oxydée, mais il y avait un croissant brillant non oxydé sur le côté orienté vers le bout A, ce qui suggère que la bille avait été déplacée après l'événement. La poignée était déformée et non fixée. Le mécanisme de fixation avait subi des dommages attribuables aux chocs.
Raccords supérieurs	L'enceinte était écrasée et de travers. Les raccords supérieurs à l'intérieur n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP montrait de légers dommages attribuables aux chocs (boulon cassé).
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et 1 de ses 6 boulons cassé au-dessus de l'écrou.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et l'attelage manquait. La longrine tronquée au bout B était rompue. Elle s'était détachée à la soudure d'angle entre elle et la cale de bout de citerne. Cette fissure s'est propagée à la plaque de renfort avant, jusque dans la soudure entre celle-ci et la coque, pour s'arrêter à la plaque de renfort de la traverse pivot.



(a) Tête du bout B



(b) Gros plan des soudures brisées de la longrine tronquée au bout B



(c) Coque vue depuis le bout B



(d) Raccords supérieurs, trou d'homme et DDP



(e) Coque vue depuis le bout A



(f) Gros plan d'une petite perforation dans la coque



(g) RDB



(h) Rupture dans la coque entre le RDB et le bout B

Figure A-49: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735617

**Tableau A-50: Wagon-citerne TILX 316572**

Position dans le convoi (dlc)	52
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout, comprimé entre les wagons TILX 316319, CTCX 735617, CTCX 735526 et TILX 316622 (n <sup>os</sup> 50, 51, 53 et 54 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était considérablement endommagée par le feu, avec écaillage et décoloration rouge.
Coque	Le wagon présentait une déformation par écrasement, avec perte extrême de volume sur presque toute sa longueur. Le sommet de la coque montrait une grande rupture adjacente au trou d'homme. Une rupture transversale avait presque séparé de la coque la tête du bout B. La coque était extrêmement écrasée autour du RDB et montrait 2 perforations alignées qui traversaient les deux côtés.
Têtes	Le bout A présentait de multiples marques attribuables aux chocs et 2 perforations juste au-dessous du milieu. Le bord supérieur droit était écrasé. La tête du bout B était extrêmement déformée et partiellement séparée de la traverse pivot BR et de la coque.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs importants et était partiellement séparé de la coque. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée du RDB. La rallonge de poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte s'était détaché et manquait. La paroi de l'enceinte était légèrement déformée. L'enceinte était partiellement remplie de débris. Le manchon de la soupape à liquide s'était sectionné. L'autre raccord visible ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte était partiellement couvert de terre; la partie visible n'était pas endommagée.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et endommagé par le feu, mais ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée vers la gauche. La longrine tronquée au bout B avait subi des dommages attribuables aux chocs et son attelage était rompu.



(a) Tête du bout A et partie inférieure de la coque



(b) RDB



(c) Coque au niveau du RDB



(d) Tête du bout B



(e) Coque vue depuis le bout B



(f) Rupture de la coque adjacente au trou d'homme



(g) Raccords supérieurs et trou d'homme

Figure A-50: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316572

**Tableau A-51: Wagon-citerne CTCX 735526**

Position dans le convoi (dlc)	53
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne était considérablement endommagée par le feu, avec décoloration rouge.
Coque	Le wagon affichait une déformation par écrasement avec perte extrême de volume au milieu. La coque présentait une grande rupture sur le côté droit à la soudure joignant la tête du bout A à la coque. Elle était perforée sur le côté droit à la soudure qui joignait la tête du bout B à la coque, et à la soudure de la plaque de renfort de la traverse pivot.
Têtes	Le bout A était considérablement déformé, avec des flambages horizontaux profonds au milieu. La partie droite de la tête du bout B présentait une grande bosselure, avec un bord flambé sur le côté droit. Dans le bas à droite, cette bosselure coïncidait avec la perforation à la soudure joignant la tête à la coque. Il y avait aussi une petite rupture au bord supérieur droit de la bosselure.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté droit. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. La poignée se trouvait dans la position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte avait subi des dommages attribuables aux chocs et était de travers. Elle n'était que partiellement visible en raison de la position du wagon après sa mise en transition. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le PDD n'était que partiellement visible en raison de la position du wagon après sa mise en transition. Aucun dommage attribuable aux chocs n'a été observé.
Trou d'homme	Le trou d'homme n'était que partiellement visible en raison de la position du wagon après sa mise en transition. Il était fermé, avec un jeu entre le couvercle et le manchon. Trois boulons étaient visibles : 1 était cassé et un autre desserré.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était courbée et partiellement rompue derrière le pylône de choc. L'attelage manquait. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la droite et rompue. Son attelage était rompu.



(a) Tête du bout B



(b) Coque vue depuis la tête du bout B



(c) Gros plan de la rupture à la soudure joignant la coque à la tête du bout B



(d) Raccords supérieurs, trou d'homme et DDP



(e) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(f) Coque vue depuis le bout A



(g) RDB

Figure A-51: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735526

**Tableau A-52: Wagon-citerne TILX 316622**

Position dans le convoi (dlc)	54
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur sa partie supérieure gauche (presque sens dessus dessous) entre les wagons TILX 316572, CTCX 735526 et NATX 310508 (n <sup>os</sup> 52, 53 et 56 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La citerne avait subi d'importants dommages par le feu, avec décoloration rouge et cloques.
Coque	La coque était considérablement écrasée à peu près à mi-distance entre le bout A et le milieu du bout B, avec de grandes ruptures dans les zones les plus déformées. Certaines de ces ruptures étaient liées à des soudures de la coque. Il y avait une perforation sur le sommet, près du bout A.
Têtes	La tête du bout A montrait une bosselure à son bord supérieur. La tête du bout B était considérablement déformée et présentait une grande bosselure dans le haut à droite. La tête était séparée de la coque dans le bas, avec une rupture circonférentielle s'étendant depuis le côté gauche de la longrine tronquée, par l'emplacement de la plaque de renfort de longrine avant, jusqu'à la bosselure dans le haut à droite. Une partie de cette rupture était liée à la soudure d'angle de la plaque de renfort de la traverse pivot BR.
Robinet de déchargement par le bas	La coque était considérablement déformée et s'était rompue dans la zone du dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé. Le dispositif de protection contre le glissement lui-même n'était pas présent sur les parties visibles de la coque. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride. En raison de l'orientation du wagon-citerne après sa mise en transition, on n'a pas pu déterminer l'état de la soupape à bille du RDB. La poignée de rallonge s'était séparée du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation étaient considérablement déformés, mais demeuraient attachés à une partie séparée de la coque.
Raccords supérieurs	L'enceinte s'était détachée à la bride. Trois des boulons fixant l'enceinte à la bride étaient sectionnés. 9 des 20 boulons fixant la bride au manchon des raccords supérieurs avaient également été sectionnés. Ces boulons étaient situés sur le côté gauche et leurs surfaces de rupture s'étiraient vers la droite, indication que l'enceinte avait été percutée de la gauche vers la droite. Tous les dispositifs à l'intérieur s'étaient sectionnés ou avaient subi des dommages attribuables aux chocs.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP était sectionnée.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, 3 de ses boulons desserrés et 1 boulon cassé au-dessus de l'écrou.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi des dommages attribuables aux chocs et était légèrement courbée vers le bas. L'attelage était rompu. La longrine tronquée au bout B était rompue. La plaque de renfort avant s'était séparée de la citerne à la soudure d'angle. La traverse pivot BR était partiellement séparée de sa plaque de renfort, et cette dernière l'était tout autant de la citerne à la soudure d'angle. L'attelage manquait.





(a) Tête du bout B



(b) Gros plan des séparations à la longrine tronquée au bout B et à la traverse pivot BR



(c) Coque



(d) Coque vue depuis la tête du bout A



(e) Raccords supérieurs et trou d'homme



(f) RDB

Figure A-52: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316622

**Tableau A-53: Wagon-citerne WFIX 130585**

Position dans le convoi (dlc)	55
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté droit, par-dessus les 7 wagons allant du n° 39 dlc (ACFX 71121) au n° 46 dlc (TILX 316523), dans l'empilement principal et parallèlement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La partie supérieure de la coque, entre les raccords supérieurs et le bout B, ainsi que la tête à ce bout étaient considérablement endommagées par le feu, avec écaillage et décoloration rouge. Il y avait un trou de brûlure sur le dessus de la première section de coque depuis le bout B.
Coque	La coque était bosselée dans le bas à gauche entre le bout A et le RDB. Elle montrait un flambage peu profond dans le haut à droite près du bout B, avec un trou de brûlure. La région près du bout B était légèrement bombée. Sur le côté gauche, près de la jonction entre la coque et la tête du bout B, on trouvait une petite rupture longitudinale (moins de 1 pied de longueur) avec décoloration rouge et résidus de produit. Cette rupture n'était pas liée à une quelconque déformation visible. Elle résulte probablement de la pressurisation interne de la citerne au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement (se reporter au texte principal).
Têtes	La tête du bout A ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs. La tête du bout B avait une bosselure peu profonde dans le quadrant inférieur droit près de la longrine tronquée. Elle comportait 3 petites ruptures sur le côté gauche près du bord de la tête. Ces ruptures montraient une décoloration rouge et des résidus de produit. Il n'y avait pas de bosselures dans cette région. Ces ruptures ont probablement été causées par la pressurisation de la citerne au cours de l'incendie qui a suivi le déraillement (voir Coque et le texte principal).
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé avait subi des dommages attribuables aux chocs sur son côté droit. La coque adjacente à la partie endommagée du dispositif de protection contre le glissement portait une marque attribuable aux chocs. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient. Les deux plaques de renfort du mécanisme de fixation se trouvaient dans la partie bosselée de la coque. On a observé des résidus de rouille sur la bille du RDB, signe qu'il y avait eu suintement de produit.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était légèrement déformé, mais fermé et fixé. On a observé des résidus de produit dans le jeu entre le couvercle et l'enceinte, signe que du produit s'est peut-être échappé par certains raccords. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers la droite. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers le bas. Les deux attelages manquaient.



(a) Tête du bout B



(b) Gros plan de petites ruptures au bout B



(c) Coque vue depuis le bout B



(d) Trou d'homme et raccords supérieurs



(e) Résidus de produit dans le jeu entre l'enceinte et le couvercle



(f) Coque vue depuis le bout A



(g) RDB



(h) Gros plan de la bille fermée du RDB

Figure A-53: Photographies de l'état du wagon-citerne WFIX 130585

**Tableau A-54: Wagon-citerne NATX 310508**

Position dans le convoi (dlc)	56
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout et légèrement incliné sur le côté droit entre les wagons TILX 316622 et CTCX 735525 (n <sup>os</sup> 54 et 57 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le wagon a été considérablement oxydé, montrant une décoloration rouge, des cloques et de l'écaillage autour des perforations dans la tête du bout A et de la rupture entre le RDB et le bout A.
Coque	La coque était comprimée dans le haut à gauche près du bout B et dans le bas à droite près du bout A. Elle présentait des flambages en angle s'étendant du RDB vers le bout A. Il y avait une courte rupture longitudinale dans la grande bosselure au bas entre le RDB et le bout A.
Têtes	La tête du bout A affichait de nombreuses bosselures peu profondes. Elle avait une perforation rectangulaire près du sommet et une seconde perforation sur le bord inférieur droit. La tête du bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs important.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé n'avait rien d'anormal. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation n'étaient pas visibles pour l'inspection en raison de l'orientation du wagon après sa mise en transition.
Raccords supérieurs	L'enceinte ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs visible. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	La partie supérieure du DDP avait subi des dommages attribuables aux chocs.
Trou d'homme	Une partie du trou d'homme était visible, signe que le couvercle était fermé. L'état des boulons n'a pas été déterminé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et courbée vers la droite. Le plateau inférieur était rompu. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la droite.



(a) Tête du bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(b) Tête du bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Gros plan d'une petite rupture dans le bas de la coque (flèche) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Raccords supérieurs (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(f) DDP (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(g) RDB (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(h) Coque (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-54: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310508

**Tableau A-55: Wagon-citerne CTCX 735525**

Position dans le convoi (dlc)	57
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche, écrasé entre les wagons NATX 310508 et ACFX 79383 (n <sup>os</sup> 56 et 58 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le bout B et la partie de la coque autour de la grande rupture montraient d'importants dommages par le feu (décoloration rouge). Le reste de la citerne était oxydé.
Coque	Le haut et le bas de la coque étaient extrêmement comprimés par les wagons adjacents. Cette déformation extrême s'est traduite, entre le bout B et les raccords supérieurs, par de grandes ruptures transversales qui ont presque séparé la coque en deux. Il y avait aussi un flambage transversal dans le bas près du bout A et une bosselure profonde dans le haut à gauche près du bout B.
Têtes	Le côté gauche de la tête du bout A comportait plusieurs bosselures. La tête du bout B avait une petite bosselure avec une marque attribuable aux chocs près du sommet.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement moulé était cassé sur le côté orienté vers le bout B. La fissure s'étendait jusqu'à la soudure joignant le dispositif de protection contre le glissement à la coque, et dans la rupture dans la coque. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. La poignée était en position de fermeture et fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait et les raccords supérieurs avaient été sectionnés.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le manchon du DDP était sectionné à la plaque de renfort.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, ses 6 boulons endommagés ou desserrés.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi de légers dommages attribuables aux chocs. La longrine tronquée au bout B était rompue et déformée vers la droite. L'attelage manquait.



(a) Tête du bout B



(b) Coque vue depuis le bout B



(c) Coque vue depuis le bout A



(d) RDB



(e) Raccords supérieurs, trou d'homme et DDP

Figure A-55: Photographies de l'état du wagon-citerne CTCX 735525

**Tableau A-56: Wagon-citerne ACFX 79383**

Position dans le convoi (dlc)	58
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout, poussé vers le haut contre le wagon CTCX 735525 (n° 57 dlc), dans l'empilement principal et à angle avec la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le wagon était oxydé, avec une décoloration rouge autour des perforations.
Coque	Les côtés de la coque étaient déformés vers l'intérieur, avec une bosselure plus grande sur le côté gauche dans le milieu et une perforation à l'intérieur. Le cylindre de frein fixé à la citerne était arraché à la soudure avec la coque; la fissure avait formé une brèche dans la citerne.
Têtes	La tête du bout A était légèrement bosselée sur le côté droit et dans le bas. La tête du bout B affichait une marque attribuable aux chocs, avec une petite perforation dans le bas à droite. Elle comportait plusieurs bosselures plus grandes dans le quadrant supérieur droit, avec 3 perforations aux bords dentelés.
Robinet de déchargement par le bas	Ce wagon était dépourvu de dispositif de protection contre le glissement; la protection contre les impacts était assurée par la bride de fixation conique du RDB. La base, la poignée et l'ensemble bouchon s'étaient sectionnés à la bride, comme prévu par la conception, mettant à découvert le tournant fermé de la soupape interne.
Raccords supérieurs	L'enceinte était fermée, légèrement de travers et non fixée. Les raccords supérieurs à l'intérieur ne montraient aucun dommage attribuable aux chocs visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le dessus du DDP au bout B était bosselé. Le DDP au bout A ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé, avec 4 de ses 8 boulons cassés ou desserrés.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées étaient courbées vers la gauche et rompues, mettant à découvert les butées intérieures de l'appareil de choc et de traction. Les deux attelages manquaient.





(a) Tête du bout B



(b) Bas de la coque vu depuis le bout A



(c) Sommet de la coque vu depuis le bout A (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Gros plan d'une perforation dans le côté gauche, près du milieu - voir la flèche en (c)



(e) DDP, trou d'homme et raccords supérieurs



(f) Raccords supérieurs



(g) RDB



(h) Cylindre de frein séparé de la citerne à la fixation

Figure A-56: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 79383

**Tableau A-57: Wagon-citerne PROX 44428**

Position dans le convoi (dlc)	59
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sens dessus dessous, poussé sous le wagon CTCX 735525 (n° 57 dlc), dans l'empilement principal et légèrement à angle avec la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	La zone autour de la rupture et la partie inférieure de la coque montraient d'importants dommages par le feu (décoloration rouge, écaillage et perte de métal). Le reste était oxydé.
Coque	Le haut et le bas de la coque étaient extrêmement comprimés; ils étaient séparés par moins de 1 pied au milieu du wagon. Cette déformation extrême s'est traduite par de grandes ruptures transversales dans le voisinage du RDB et des raccords supérieurs. Le wagon était presque séparé en deux.
Têtes	La tête du bout A était légèrement bosselée sur le bord inférieur gauche. La tête du bout B était complètement bosselée vers l'intérieur.
Robinet de déchargement par le bas	La zone du RDB n'était pas visible pour l'inspection.
Raccords supérieurs	Les raccords supérieurs n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le trou d'homme n'était pas visible pour l'inspection.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A était rompue et l'attelage manquait. La longrine tronquée au bout B était courbée vers la gauche et partiellement séparée à l'appareil de choc et de traction. L'attelage était encore raccordé à celui, séparé, du bout A du wagon ACFX 79383 (n° 58 dlc).



(a) Tête du bout B



(b) Bas de la coque vu depuis le bout B



(c) Ruptures au milieu du côté droit de la coque



(d) Tête et coque au bout A



(e) Ruptures au milieu du côté gauche de la coque

Figure A-57: Photographies de l'état du wagon-citerne PROX 44428

**Tableau A-58: Wagon-citerne PROX 44150**

Position dans le convoi (dlc)	60
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé en position debout, coincé entre les wagons PROX 44428 et TILX 316533 (n <sup>os</sup> 59 et 61 dlc), dans l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le wagon était oxydé, avec décoloration rouge dans la zone autour de la perforation dans le bout B.
Coque	Les vues aériennes et les photos in situ montrent que la coque était comprimée vers l'intérieur sur les deux côtés entre les raccords supérieurs et le bout A, avec un flambage longitudinal sur le dessus. Elle était également comprimée vers l'intérieur sur le côté droit entre les raccords supérieurs et le bout B.
Têtes	La tête du bout B présentait une bosselure peu profonde sur son côté droit et une bosselure profonde avec perforation au bord inférieur gauche. La tête du bout A n'a pas été inspectée et des photographies de son état n'étaient pas disponibles.
Robinet de déchargement par le bas	La zone du RDB n'était pas visible pour l'inspection.
Raccords supérieurs	L'enceinte était fermée. D'après les photos aériennes et in situ, elle semblait n'avoir subi aucun dommage attribuable aux chocs. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	D'après les photos aériennes et in situ, le DDP n'était pas endommagé.
Trou d'homme	Le trou d'homme était fermé. D'après les photos aériennes et in situ, il n'était pas endommagé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A n'était pas visible pour l'inspection. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers le haut et vers la droite. L'attelage manquait.



(a) Vue aérienne du wagon PROX 44150 (flèche) en position debout, coincé entre les wagons PROX 44428 et TILX 316533 (n<sup>os</sup> 59 et 61 dlc)



(b) Vue aérienne montrant le wagon (flèche) sous un angle différent



(c) Côté gauche de la coque vu depuis le bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Côté droit de la coque vu depuis le bout B (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure A-58: Photographies de l'état du wagon-citerne PROX 44150

**Tableau A-59: Wagon-citerne TILX 316533**

Position dans le convoi (dlc)	61
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout et légèrement incliné vers la droite, entre les wagons PROX 44150 et ACFX 94578 (n <sup>os</sup> 60 et 62 dlc), à l'arrière de l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur de ce wagon était oxydé; il affichait une décoloration rouge et d'importants dommages par le feu au-dessus de la ligne de liquide-vapeur inclinée allant d'environ la 1/2 de la hauteur au bout A aux 2/3 de la hauteur au bout B. Il y avait un trou de brûlure sur le côté gauche entre le bout A et les raccords supérieurs.
Coque	Le dessus et le côté droit de la coque comportaient un flambage transversal de chaque côté des raccords supérieurs.
Têtes	La tête du bout B avait une bosselure profonde sur le quadrant supérieur droit. La tête du bout A ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé montrait quelques éraflures. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille qui était recouverte de résidus de produit et semblait fermée. Du produit fuyait visiblement par le RDB. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation étaient considérablement déformés; la poignée n'était pas fixée.
Raccords supérieurs	Le couvercle de l'enceinte était sensiblement déformé, mais fermé et fixé. On a observé des résidus de produit dans le jeu entre le couvercle et l'enceinte, signe que du produit s'était échappé par certains raccords. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le trou d'homme était fermé et ne comportait aucun dommage attribuable aux chocs. On a observé une grande quantité de résidus de produit dans le jeu entre le couvercle et le manchon du trou d'homme, signe que du produit s'était échappé par celui-ci.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A n'avait rien d'anormal. La longrine tronquée au bout B était légèrement courbée vers la droite. La cale de bout de citerne s'était séparée de la plaque de renfort avant à la soudure d'angle. L'attelage était rompu.



(a) Dessus de la coque vu depuis le bout B



(b) Gros plan de la séparation à la soudure d'angle joignant la cale de bout de citerne au bout B à la plaque de renfort avant - voir la flèche en (a)



(c) Bas de la coque vu depuis le bout B



(d) Sommet de la coque vu depuis la tête du bout A



(e) Trou de brûlure sur le côté gauche de la coque - voir la flèche en (d)



(f) Raccords supérieurs et trou d'homme



(g) RDB



(h) Gros plan de produit fuyant par le RDB

Figure A-59: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316533

**Tableau A-60: Wagon-citerne ACFX 94528**

Position dans le convoi (dlc)	62
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé sur son côté gauche, le bas écrasé par les bouts des wagons NATX 310515 et TILX 316528 (n <sup>os</sup> 63 et 64), à l'arrière de l'empilement principal et perpendiculairement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur de ce wagon était considérablement oxydé; il montrait une décoloration rouille, des cloques et une perte de métal en raison de l'écaillage.
Coque	La coque était extrêmement comprimée (écrasée de bas en haut, ses deux côtés se touchant presque au milieu). Elle présentait une rupture transversale dans le côté gauche au milieu et une rupture longitudinale dans le haut entre le milieu et le bout A.
Têtes	La tête du bout B avait une bosselure profonde sur le quadrant supérieur gauche. Elle était perforée à son bord supérieur gauche, près de la soudure joignant la tête à la coque. La tête du bout A ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé ne montrait aucun dommage attribuable aux chocs. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille fermée et oxydée du RDB. La poignée et le mécanisme de fixation étaient considérablement déformés; la poignée n'était pas fixée.
Raccords supérieurs	L'enceinte manquait et les raccords montraient des dommages attribuables aux chocs.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le manchon du DDP au bout A s'était sectionné; le DDP au bout B avait subi des dommages attribuables aux chocs.
Trou d'homme	Le trou d'homme était fermé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A avait subi des dommages attribuables aux chocs; elle était rompue. L'attelage manquait. La longrine tronquée au bout B n'avait aucun dommage attribuable aux chocs important. La mâchoire d'attelage manquait.





(a) Coque vue depuis le bout B



(b) Gros plan de la perforation au bord de la tête du bout B - voir la flèche en (a) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(c) Coque vue depuis le bout A



(d) Gros plan de la rupture dans le haut de la coque – voir la flèche en (c) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(e) Rupture au milieu du côté droit – voir la zone encerclée en (c)



(f) DDP, raccords supérieurs et trou d'homme (encerclés)



(g) RDB



(h) Gros plan de la soupape à bille du RDB

Figure A-60: Photographies de l'état du wagon-citerne ACFX 94528

**Tableau A-61: Wagon-citerne NATX 310515**

Position dans le convoi (dlc)	63
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé en position debout et légèrement inclinée vers la droite, à côté du wagon TILX 316528 (n° 64 dlc), à l'arrière de l'empilement principal et parallèlement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	L'extérieur du fini de ce wagon au bout B et dans le bas était noirci, mais les marques étaient encore visibles. Le bout A et le dessus étaient considérablement oxydés, montrant une décoloration couleur rouille.
Coque	La coque ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs important. Il y avait une rupture thermique sur le côté supérieur gauche, au-dessous du DDP. Cette rupture mesurait les 2/3 de la longueur d'une section de coque (environ 65 pouces) et quelque 6 pouces de largeur. La coque présentait un certain bombement autour de la rupture thermique.
Têtes	La tête du bout A était bosselée à la grandeur, avec une bosselure plus profonde et des éraflures dans le milieu. Il y avait une petite perforation liée à une de ces éraflures au bord inférieur droit de la bosselure considérée. Le quadrant inférieur droit portait aussi des bosselures profondes. La tête du bout B comportait une bosselure au bord du quadrant inférieur gauche.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé montrait quelques éraflures. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride. La soupape à bille du RDB était partiellement voilée par de la terre et semblait fermée. La rallonge de poignée s'était détachée de la soupape. L'ensemble poignée et le mécanisme de fixation manquaient.
Raccords supérieurs	L'enceinte était fermée. Les raccords à l'intérieur de l'enceinte n'étaient pas visibles pour l'inspection.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé au moment où le wagon déraillé s'est immobilisé. Par la suite, on l'a ouvert au cours des opérations de récupération. Aucun des boulons n'était endommagé.
Longrines tronquées et attelages	La longrine tronquée au bout A n'avait rien d'anormal. La mâchoire manquait. La longrine tronquée au bout B était rompue et courbée vers la gauche. L'attelage manquait.



(a) Coque vue depuis le bout B



(b) Tête du bout A



(c) Gros plan d'une petite perforation dans la partie encerclée de la tête du bout A – voir (b) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)



(d) Coque



(e) Rupture thermique dans la coque – voir la flèche en (d)



(f) DDP, trou d'homme et raccords supérieurs



(g) RDB

Figure A-61: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310515

**Tableau A-62: Wagon-citerne TILX 316528**

Position dans le convoi (dlc)	64
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout A vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout à côté du wagon NATX 310515 (n° 63 dlc), à l'arrière de l'empilement principal et parallèlement à la direction du mouvement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur de ce wagon était noirci, mais les marque étaient encore visibles dans certaines zones. Il avait subi d'importants dommages par le feu sur le sommet, autour des raccords supérieurs.
Coque	La coque ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs important.
Têtes	La tête du bout A était considérablement bosselée et déformée, mais ne présentait aucune perforation. La tête du bout B ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé était bosselé sur le côté orienté vers le bout B. Le manchon du RDB s'était sectionné à la bride, mettant à découvert la soupape à bille partiellement ouverte (de 1/5 pouce) et couverte de résidus de produit du RDB. La rallonge de poignée était courbée. La poignée était encore fixée au mécanisme de fixation endommagé et déformé par un impact.
Raccords supérieurs	L'ensemble enceinte et son couvercle fermé étaient partiellement consumés par le feu. Il n'y avait aucun dommage attribuable aux chocs visible. Les raccords supérieurs n'étaient pas visibles pour l'inspection. Le seul raccord visible ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs. L'enceinte était partiellement remplie de résidus de produit, dont une certaine quantité s'était déversée sur la coque. C'est là une indication que le produit s'était échappé depuis l'intérieur de l'ensemble enceinte.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Le DDP à l'intérieur de l'enceinte n'était pas visible pour l'inspection.
Trou d'homme	Le couvercle du trou d'homme était fermé au moment où le wagon déraillé s'est immobilisé. Par la suite, on l'a ouvert au cours des opérations de récupération. Aucun des boulons n'avait subi de dommage attribuable aux chocs.
Longrines tronquées et attelages	Les deux longrines tronquées étaient rompues et courbées vers la droite. Les deux attelages étaient presque complètement détachés et suspendus à la clavette de l'appareil de traction.



(a) Dessus de la coque vu depuis le bout B



(b) Tête du bout A



(c) Bas de la coque vu depuis le bout A



(d) Trou d'homme et raccords supérieurs

(e) Gros plan de résidus de produit dans l'enceinte  
(photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

(f) RDB

(g) Gros plan de la soupape à bille partiellement  
ouverte du RDB

Figure A-62: Photographies de l'état du wagon-citerne TILX 316528

**Tableau A-63: Wagon-citerne NATX 310470**

Position dans le convoi (dlc)	65
Orientation dans le convoi (dlc)	Bout B vers l'avant
Position et orientation du wagon déraillé	Ce wagon s'est immobilisé debout à l'arrière de l'empilement principal; le bogie du bout B était déraillé. Le wagon a été remis sur rails après le déraillement.
Étendue des dommages par le feu	Le fini extérieur de ce wagon n'avait pas été endommagé par le feu.
Coque	La coque ne présentait aucun dommage attribuable aux chocs.
Têtes	Les deux têtes ne comportaient aucun dommage attribuable aux chocs.
Robinet de déchargement par le bas	Le dispositif de protection contre le glissement mécano-soudé et l'ensemble de RDB n'avaient rien d'anormal. La poignée était fixée dans la position de fermeture.
Raccords supérieurs	Aucun dommage visible.
Dispositif de décharge de la pression (DDP)	Aucun dommage visible.
Trou d'homme	Aucun dommage visible.
Longrines tronquées et attelages	La face du pylône de choc sur la longrine tronquée du bout B avait subi des dommages attribuables aux chocs sur le côté droit. Le bras d'attelage était rompu.



(a) Photo in situ du bout B vu depuis le côté droit



(b) Longrine tronquée au bout B



(c) Wagon remis sur rails

Figure A-63: Photographies de l'état du wagon-citerne NATX 310470

**Annexe B: Photographies in situ des wagons-citernes déraillés**

Figure B-1: Vue aérienne de la zone du déraillement montrant la position des wagons-citernes déraillés à partir du wagon couvert (n° 2 dans le convoi (dlc)) jusqu'au wagon-citerne NATX 310457 (n° 13 dlc)

Les lettres A à F indiquent les différentes voies.

- A - voie principale
- B - voie de triage 1
- C - voie de triage 2
- D - voie de triage 3
- E - voie ouest du triangle de virage
- F - voie est du triangle de virage





(a) Les bouts A et B sont marqués sur chaque wagon-citerne déraillé. Les flèches indiquent l'extrémité avant du wagon dans le train en cause.



(b) Le code de couleurs indique dans quelle position chaque wagon s'est immobilisé : jaune (debout), rose (sens dessus dessous) et violet (sur son côté).

Figure B-2: Vues aériennes montrant l'orientation des wagons-citernes déraillés



(a) Vue aérienne vers le nord montrant les wagons n<sup>os</sup> 3 à 10 dlc. Les tronçons brisés des voies de triage 1 et 2 sont encerclés.



(b) Photo in situ montrant l'emplacement du wagon n<sup>o</sup> 3 dlc près d'un wagon couvert stationné sur la voie de triage 2 (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure B-3: Vue aérienne vers le nord montrant l'orientation des wagons n<sup>os</sup> 3 à 10 dans le convoi (dlc)



(c) Photo in situ qui montre une marque sur le sol provenant des raccords supérieurs du wagon n° 5 dlc (photo du Projet de sécurité (RSI-AAR))



(d) Photo in situ montrant un gros plan de la zone encerclée dans la figure B-3a  
La flèche indique un rail brisé courbé vers l'arrière à 180 degrés (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure B-3: Vue aérienne vers le nord montrant l'orientation des wagons n<sup>os</sup> 3 à 10 dans le convoi (dlc)



(e) Photo in situ qui montre une marque sur le sol et des débris provenant des wagons n<sup>os</sup> 8 et 9 dlc (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure B-3: Vue aérienne vers le nord montrant l'orientation des wagons n<sup>os</sup> 3 à 10 dans le convoi (dlc)



(a) Vue vers le sud



(b) Vue vers le nord

Figure B-4: Vues aériennes de la zone du déraillement montrant comment les wagons mis en portefeuille se sont immobilisés contre le wagon TILX 316570 (n° 12 dlc)



(c) Vue vers l'ouest. Remarquer les rails empalés dans la traverse pivot du wagon (cercle).

Figure B-4: Vues aériennes de la zone du déraillement montrant comment les wagons mis en portefeuille se sont immobilisés contre le wagon TILX 316570 (n° 12 dlc)



(a) Vue vers le sud. Les wagons étaient empilés par trois dans la zone encerclée.



(b) Vue vers le sud-ouest. La rupture thermique dans le wagon NATX 310515 (n° 63 dlc) est encerclée.

Figure B-5: Vue aérienne de la zone du déraillement montrant l'empilement principal et les derniers wagons déraillés



(a) Vue montrant les wagons-citernes déraillés partiellement encastrés dans le sol et écrasés les uns contre les autres. Sont visibles les extrémités des wagons n<sup>os</sup> 30, 32, 34, 36 et 38 dlc (respectivement les wagons n<sup>os</sup> 26, 27, 28, 31 et 36 sur le terrain) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR).



(b) Vue vers le nord montrant les wagons-citernes empilés encadrés dans la figure 5a. De gauche à droite : sont visibles les extrémités des wagons n<sup>os</sup> 45, 44, 42 et 41 dlc. Le wagon n<sup>o</sup> 55 dlc repose sur le dessus de ces wagons.

Figure B-6: Photos in situ de l'empilement principal





(c) Vue vers le sud montrant les wagons-citernes empilés encerclés dans la figure B-5a. De gauche à droite : sont visibles les wagons n<sup>os</sup> 42, 44, 45, 46 et 48 dlc (nos 40, 42, 43, 44 et 46 sur le terrain). Le wagon n<sup>o</sup> 47 dlc (n<sup>o</sup> 45 sur le terrain) est partiellement visible sous le wagon n<sup>o</sup> 48 dlc (flèche). Les wagons n<sup>os</sup> 49 et 55 reposent sur le dessus de ces wagons (photo du Projet de sécurité RSI-AAR).



(d) Gros plan montrant sous la pile les wagons n<sup>os</sup> 45, 46 et 47 dlc (n<sup>os</sup> 43, 44 et 45 sur le terrain) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)

Figure B-6: Photos in situ de l'empilement principal



Figure B-7: Photo prise une fois la plupart des wagons enlevés pour récupération; elle montre la position relative des wagons n<sup>os</sup> 38, 39 et 55 dlc.



Figure B-8: Photo in situ montrant la tête du wagon n<sup>o</sup> 64 dlc (n<sup>o</sup> 56 sur le terrain) percutée contre le wagon n<sup>o</sup> 62 dlc (n<sup>o</sup> 55 sur le terrain) (photo du Projet de sécurité RSI-AAR)