



Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête sur accident maritime

Incendie ayant fait un mort.

dans le tunnel du convoyeur à cargaison
du vraquier autodéchargeur «HALIFAX»
Rivière Saint Mary's (Ontario)
6 avril 1993

Rapport numéro M93C0001

**TRANSPORTATION SAFETY BOARD
OF CANADA
BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES
TRANSPORTS DU CANADA
LIBRARY
BIBLIOTHÈQUE**

Résumé

Le 6 avril 1993, le vraquier autodéchargeur canadien «HALIFAX» remontait la rivière Saint Mary's (Ontario). On était sur le point de terminer des réparations au système de déchargement et trois manoeuvres de tunnel étaient à vérifier le circuit hydraulique lorsqu'un incendie important a éclaté dans le tunnel central sous les cales à cargaison. Après l'incendie, on a constaté qu'un tuyau flexible aboutissant à un clapet de silo était débranché. L'équipage a réussi à éteindre le feu, mais le manoeuvre de tunnel en chef a perdu la vie.

Le Bureau a déterminé que l'incendie a éclaté dans le tunnel de la courroie transporteuse à bord du «HALIFAX» parce qu'un brouillard de liquide hydraulique provenant du tuyau flexible hydraulique débranché s'est enflammé au contact d'une lampe à halogène dépourvue de lentille protectrice.

This report is also available in English.

Table des matières

	Page
1.0 Renseignements de base	1
1.1 Fiche technique du navire	1
1.1.1 Renseignements sur le navire	1
1.1.2 Éclairage dans le tunnel	1
1.2 Chronologie des événements	2
1.3 Renseignements sur les conditions météorologiques	3
1.4 Victimes	3
1.4.1 Position du corps	4
1.5 Dommages causés par l'incendie	4
1.6 Certificats du navire	4
1.6.1 Antécédents du personnel	5
1.7 Circuit hydraulique	5
1.7.1 Vérifications du circuit hydraulique	6
1.8 Caractéristiques du liquide hydraulique utilisé	6
1.9 Propriétés de l'acétylène	6
1.10 Lampe à halogène	6
1.10.1 Lampe à halogène et essais d'inflammation	7
1.10.2 Normes d'électricité des navires	7
1.11 Présence d'accélérateurs dans le tunnel	7
1.12 Bouteilles pour le soudage oxyacétylénique	7
1.13 Rapport du laboratoire technique du BST	9
1.14 Autres considérations	9
1.15 Équipement de lutte contre l'incendie se trouvant dans le tunnel	9
1.16 Lutte contre l'incendie	10
1.17 Mesures de prévention des incendies	10
1.18 Vêtements portés par le manoeuvre de tunnel	10
1.19 Méthodes de travail et sécurité	11

2.0	Analyse	13
2.1	Reconstitution des événements ayant conduit à l'incendie	13
2.2	Raisons pour lesquelles le clapet de silo n° 4 ne fonctionnait pas	13
2.3	Débranchement du tuyau flexible hydraulique et début de l'incendie ...	13
2.4	Signification de la flamme aperçue par le manoeuvre de tunnel n° 2	14
2.5	Position de la victime et emplacement des brûlures	14
2.6	Progression de l'incendie	14
2.7	Méthodes pour combattre l'incendie	15
2.8	Bouteilles d'oxygène et d'acétylène	15
3.0	Conclusions	17
3.1	Faits établis	17
3.2	Causes	18
4.0	Mesures de sécurité	19
4.1	Mesures prises	19
4.1.1	Lampes à haute intensité	19
4.1.2	Application des règlements de sécurité	19
4.1.3	Méthode d'exécution des travaux à chaud	19
5.0	Annexes	
	Annexe A - Vue en coupe typique du milieu du navire	21
	Annexe B - Croquis des environs du tunnel	23
	Annexe C - Photographies	25
	Annexe D - Croquis du secteur de l'événement	27
	Annexe E - Sigles et abréviations	29

1.0 Renseignements de base

1.1 Fiche technique du navire

«HALIFAX»	
Port d'immatriculation	Toronto (Ontario)
Pavillon	Canadien
Numéro officiel	313963
Genre	Lacquier autodéchargeur
Construction	1963, Lauzon (Québec)
Jauge brute	20 646 tonneaux ¹
Longueur	222,56 m
Tirant d'eau max.	Av. ² : 4,87 m Ar. : 7,01 m
Groupe propulseur	Deux moteurs à turbines à vapeur, développant 7 356 kW, permettant d'atteindre une vitesse de 17 noeuds
Propriétaires	Canada Steamship Lines inc. Montréal (Québec)

1.1.1 Renseignements sur le navire

Sur le «HALIFAX», la passerelle et les emménagements associés se trouvent à l'avant tandis que la salle des machines et le reste des emménagements sont placés à l'arrière. Les 6 cales à cargaison sont desservies par 17 écoutilles et séparées par 7 cloisons transversales structurales mais non étanches. Le navire est muni, pour le déchargement, de deux courroies transporteuses qui passent

longitudinalement sous les cales à cargaison, dans un tunnel coiffé d'un silo (voir la vue en coupe du milieu du navire à l'annexe A). Un système de convoyeurs à boucles placé à l'extrémité arrière du tunnel dans un puits vertical situé sur l'axe longitudinal du navire dessert un mât de déchargement tournant qui se trouve sur le pont principal. Sous le silo, le tunnel est accessible de l'avant ou de l'arrière.

Les clapets de silo et les vibreurs sont commandés hydrauliquement. La cargaison se déverse par les clapets sur la courroie transporteuse et les vibreurs, qui sont montés sur l'ensellement, contribuent à détacher la cargaison qui adhère aux parois inclinées. Des robinets à tiroir cylindrique commandés manuellement permettent de compartimenter le circuit hydraulique et d'isoler chaque composante. Si nécessaire, certains robinets à tiroir cylindrique sont munis de deux manettes de commande indépendantes, l'une qui fait fonctionner les clapets et l'autre, le vibreur. Les pompes du système sont placées sur le pont principal à l'extrémité avant des emménagements arrière.

1.1.2 Éclairage dans le tunnel

Outre les moyens d'éclairage fixes du tunnel, on se servait aussi de lampes portatives dont un luminaire multi-lampes ainsi qu'une lampe à halogène (voir l'annexe B, figure 1) afin de mieux illuminer la vaste aire de travail. La lampe à halogène était placée à environ 0,6 m du pont sur le bâti de la courroie

- 1 Les unités de mesure dans le présent rapport sont conformes aux normes de l'Organisation maritime internationale (OMI) ou, à défaut de telles normes, elles sont exprimées selon le système international (SI) d'unités.
- 2 Voir l'annexe E pour la signification des sigles et abréviations.

transporteuse faisant face au clapet, à environ 1,5 m derrière le clapet de silo n° 4.

1.2 Chronologie des événements

Le 6 avril 1993, le «HALIFAX», qui faisait route entre Nanticoke (Ontario) et Duluth, Minnesota, États-Unis d'Amérique (É.-U.), était sur lest et approchait des écluses de Sault Sainte Marie (SSM), Michigan. Comme le clapet de silo n° 4 à commande hydraulique (près des couples 42-44) à l'extrémité arrière de la cale n° 1 ne s'ouvrait pas, le manoeuvre de tunnel en chef ainsi que les manoeuvres de tunnel n° 1 et n° 2 travaillaient sur le mécanisme depuis deux jours. Les réparations comprenaient le remplacement du clapet n° 4 et de l'un des cylindres de commande. Pour déposer le cylindre, il avait fallu chauffer l'une des tiges de retenue au moyen d'un chalumeau oxyacétylénique. À la fin des travaux, on avait fermé les robinets du chalumeau en laissant ceux des bouteilles ouverts, et le chalumeau avait été laissé dans le tunnel de tribord (voir l'annexe B, figure 1). Dans l'intervalle, une bouteille d'acétylène avait été changée à la fin de la matinée. Vers 13 h 55³, on avait arrosé le compartiment à la grande eau.

Vers 14 h 16, selon les instructions du manoeuvre en chef, le manoeuvre de tunnel n° 2 s'est rendu sur le pont principal, à une distance de 140 à 150 m,

afin de mettre en marche les pompes hydrauliques. En prévision de la vérification du circuit hydraulique, le manoeuvre en chef s'était placé non loin du clapet de silo n° 4 dans le tunnel central tandis que le manoeuvre n° 1 était placé près du cylindre n° 4 dans le tunnel de tribord. Après avoir mis en marche deux des trois pompes hydrauliques, le manoeuvre n° 2 est revenu dans le tunnel.

Entre-temps, vers 14 h 19, en réponse aux questions du manoeuvre en chef, le manoeuvre n° 1 avait indiqué que le cylindre n'avait pas bougé. Les deux hommes se trouvaient à 3 à 5 m l'un de l'autre, séparés par une quantité considérable d'équipement, de sorte que chacun d'entre eux pouvait difficilement voir les jambes de l'autre. À ce moment là, il n'y avait pas d'odeur d'acétylène décelable.

Le manoeuvre n° 1 a déclaré avoir entendu un bruit semblable à celui d'un vibreur qui se mettait en marche, mais plus faible, suivi, quelques secondes plus tard, par une grande flamme orange et de la fumée noire. Il est alors sorti par l'avant du tunnel. Pendant les 12 à 15 secondes qu'il lui a fallu pour atteindre l'extrémité avant du tunnel, il a inhalé une épaisse fumée noire.

Alors que le manoeuvre n° 2 se trouvait à 20 à 25 m de l'aire de travail dans le tunnel central, il a aperçu une flamme dans les environs de la courroie transporteuse de tribord et non près des bouteilles d'oxygène et d'acétylène. Il a pensé qu'il s'agissait de la flamme du chalumeau du manoeuvre en chef. Les bouteilles se trouvaient entre les couples

1 Toutes les heures sont exprimées en HNE (temps universel coordonné (UTC) moins cinq heures), sauf indication contraire.

42 et 43 du côté bâbord du tunnel central et leurs tuyaux flexibles passaient sous la courroie transporteuse pour rejoindre le chalumeau, qui se trouvait dans le tunnel de tribord. Le manoeuvre n° 2 a ensuite été témoin d'un «grand jaillissement de flammes» qu'il a associé à de l'huile en feu. Tout de suite après, il a vu une boule de feu se déplaçant vers l'avant, rapidement suivie d'une épaisse fumée noire. Il a alors couru vers l'arrière pour tenter de fermer les pompes hydrauliques; on a estimé qu'il s'était écoulé de deux à trois minutes entre le moment où les pompes ont été mises en marche et le début de l'incendie.

En atteignant le pont principal, le manoeuvre n° 1 a déclenché l'alarme incendie, laquelle a été suivie, une minute plus tard, par le déclenchement de l'alerte générale par le capitaine. Un dénombrement de l'équipage a révélé que le manoeuvre de tunnel en chef manquait à l'appel. Pendant que l'équipage tentait de combattre l'incendie, le capitaine a communiqué avec les autorités américaines pour obtenir de l'aide. Le navire a été autorisé à faire route à toute vitesse. Avec l'assistance d'un remorqueur américain et de deux remorqueurs privés, le navire a fini par accoster au quai Old Carbide à SSM. Lorsque le navire a accosté, le feu, qui avait été maîtrisé, était presque éteint.

1.3 Renseignements sur les conditions météorologiques

Le temps était beau et clair avec un vent d'est de 10 à 15 noeuds, et la température de l'air était de 9 °C.

1.4 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	1	-	-	1
Disparus	-	-	-	-
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers	1	-	-	1
Indemnes	26	-	-	26
Total	28	-	-	28

Des trois personnes qui se trouvaient dans le tunnel, l'une a été légèrement incommodée par l'inhalation de fumée tandis qu'une deuxième, le manoeuvre de tunnel en chef, a perdu la vie par suite d'asphyxie et de brûlures graves.

L'autopsie a révélé que la victime souffrait de brûlures au deuxième et au troisième degré au torse, à l'abdomen et dans la partie supérieure des jambes, ainsi que de brûlures au premier et au deuxième degré au dos; les jambes n'étaient cependant pas brûlées dans la partie inférieure plus bas qu'à mi-mollet. L'emplacement des brûlures donne à penser que des matières inflammables libérées au moment de l'accident ont pu imprégner les vêtements de la victime. Les blessures laissent aussi supposer une perte de conscience possible associée à un trauma crânien. Les examens toxicologiques ont révélé que la teneur en oxyde de carbone du sang était de 37,9 p. 100.

Lorsque le corps de la victime a été retrouvé, on a observé qu'il était brûlé plus gravement du côté droit.

Des études montrent que des niveaux d'oxyde de carbone de 30 à 40 p. 100 dans le sang faussent généralement le jugement et provoquent parfois de la confusion.

1.4.1 *Position du corps*

Le corps du manoeuvre en chef a été retrouvé à environ 8 m à l'avant de l'aire de travail, en avant des bouteilles d'oxygène et d'acétylène, du côté bâbord du tunnel central, entre des épontilles. Il reposait tête vers l'arrière et pieds vers l'avant, en position semi-foetale. Un vêtement brûlé a été retrouvé à 0,4 m de la plate-forme, sur les deux épontilles les plus proches du corps. Les bottes en caoutchouc de la victime ont été retrouvées à quelques mètres de celle-ci situées symétriquement au-delà de sa tête.

1.5 *Dommmages causés par l'incendie*

L'examen de la zone incendiée a permis de faire les constatations suivantes :

- La zone la plus endommagée par le feu se trouvait dans la partie avant du tunnel du côté tribord du tunnel central, à l'extrémité arrière du silo n° 4 sous la cale n° 1. Les membrures verticales 46 et 49 avaient été gauchies par la chaleur et la courroie transporteuse en caoutchouc était calcinée sur une longueur de 35 m.
- Les cloisons métalliques ainsi que le plateau en métal soutenant les fils électriques étaient déformées par la chaleur.

- Le boîtier d'extrémité en aluminium du vibreur, qui se trouvait à l'arrière des commandes hydrauliques du clapet de silo n° 4, avait fondu et on a retrouvé une grosse goutte d'aluminium fondu sur la plate-forme.
- Tout le câblage montrait des traces de brûlure et de surchauffe externes.
- Les dommages causés par la chaleur et la fumée s'étendaient jusqu'à l'extrémité arrière de la cale n° 3.
- La totalité des emménagements avant a été endommagée dans une mesure plus ou moins grande par la fumée, les environs des persiennes de ventilation étant les secteurs les plus touchés.
- Des tuyaux flexibles et des raccords hydrauliques abandonnés étaient roussis dans les environs immédiats du foyer de l'incendie et pendaient de guingois.
- Les régulateurs des bouteilles d'oxygène et d'acétylène étaient en partie fondus et calcinés.

1.6 *Certificats du navire*

L'armement en personnel, l'équipement et les certificats du navire étaient conformes aux règlements en vigueur.

Ayant décelé une lacune dans la conformité avec le Règlement sur la détection et l'extinction d'incendie dans le

tunnel des vraquiers autodéchargeurs, la Direction de la sécurité des navires de la Garde côtière canadienne (GCC) avait écrit, le 4 février 1985, à tous les experts maritimes des régions du Centre et des Laurentides pour leur demander de s'assurer que les bouches d'incendie et les manches à incendie dans les tunnels étaient conformes aux exigences réglementaires. On leur demandait en outre de prévenir sur le champ de tout manquement les armateurs afin qu'ils remédient le plus vite possible à la situation et d'en informer les bureaux régionaux. Le 25 mars 1992, quelque sept ans plus tard, le «HALIFAX» s'est vu délivrer un document SI-7 lui demandant d'installer des manches à incendie et des bouches d'incendie de calibre réglementaire dans le tunnel en conformité du paragraphe 61(1) du Règlement sur le matériel de détection et d'extinction d'incendie. Après une autre inspection, on a délivré au navire, le 28 mars 1993, un certificat de sécurité du matériel d'armement pour navire de charge sans que les manquements visés dans le document SI-7 de 1992 aient été corrigés. Au moment de l'événement, les armateurs n'avaient pas encore corrigé la situation concernant les manches à incendie et les bouches d'incendie dans le tunnel afin de se conformer aux exigences.

1.6.1 Antécédents du personnel

Les manoeuvres de tunnel avaient tous suivi un cours sur les Fonctions d'urgence en mer (FUM) ainsi qu'un cours de soudage payé par la compagnie, cours qui traite de la façon de travailler dans les tunnels en toute sécurité. Tous avaient aussi suivi un cours élémentaire sur les

circuits hydrauliques, initiative conjointe du syndicat et de la compagnie. Ces cours montraient également la façon sûre d'effectuer l'entretien à bord des vraquiers autodéchargeurs. La victime était manoeuvre de tunnel, subalterne ou principal, depuis 19 ans. Il a été décrit comme quelqu'un de patient et de réservé qui tirait fierté de son travail et avait été félicité à maintes reprises pour son rendement.

Le manoeuvre n° 1 et le manoeuvre n° 2 exerçaient les mêmes fonctions depuis une dizaine d'années sous la direction du manoeuvre de tunnel en chef. Le manoeuvre n° 2 avait quelque 23 ans d'expérience des travaux dans les tunnels.

1.7 Circuit hydraulique

Les trois pompes hydrauliques ont un débit nominal de 3,78 L/s et sont ordinairement exploitées à une pression de 5 500 kPa (800 lb/po²), avec une pression maximale de 8 270 kPa (1 200 lb/po²). L'inspection du réservoir a révélé que le liquide avait baissé d'environ 15 cm, ce qui correspond à un volume de 400 à 450 L de liquide hydraulique.

Le tuyau flexible hydraulique Parker qui était utilisé convenait au liquide hydraulique à base de pétrole et avait une pression de fonctionnement minimale de 13 780 kPa (2 000 lb/po²), et une pression minimale d'éclatement de 55 120 kPa (8 000 lb/po²). Rien n'indique que le tuyau hydraulique ait pu éclater. Les photos du lieu de l'incendie montrent que le tuyau flexible hydraulique de la canalisation hydraulique principale aboutissant au clapet de silo n° 4 a été

trouvé débranché après l'incendie (voir l'annexe C, figure 1), et il n'y avait pas de trace de dommage aux filets (voir l'annexe C, figure 2).

1.7.1 Vérifications du circuit hydraulique

Après le remplacement du cylindre n° 4, on a procédé à deux vérifications du circuit hydraulique. Au cours de la première vérification, il y avait une bonne pression à l'extrémité vibreur et, même si celui-ci était fonctionnel, le clapet ne l'était pas. On a donc tout arrêté. On procédait à une deuxième vérification du cylindre n° 4 après l'avoir réexaminé, lorsque l'incendie a éclaté dans le tunnel de la courroie transporteuse.

1.8 Caractéristiques du liquide hydraulique utilisé

Le liquide hydraulique utilisé était un fluide Esso UNIVIS N-22. Selon la fiche technique du produit UNIVIS, le liquide a un point d'éclair de 155 °C. Les limites supérieure et inférieure d'inflammabilité du liquide hydraulique varient légèrement selon la composition chimique du produit. Un liquide hydraulique typique a des limites d'inflammabilité qui se situent entre 2,5 et 6 p. 100. Les essais effectués par le Conseil national de recherches (CNR) sur l'échantillon de liquide usé provenant du navire ont révélé que le point d'éclair du liquide et son point d'inflammabilité étaient respectivement de 174 °C et 184 °C. Pour du liquide neuf, ces valeurs étaient de 179 °C et 185 °C respectivement.

Dans l'événement à l'étude, on a sousestimé l'inflammabilité du liquide

hydraulique pulvérisé en présence d'une lampe à halogène à haute intensité, compte tenu de la chaleur intense produite par la lampe et de la température d'inflammation spontanée du liquide hydraulique.

1.9 Propriétés de l'acétylène

Selon le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, l'acétylène est un gaz inflammable incolore qui dégage une légère odeur d'ail ou pas d'odeur du tout, selon son degré de pureté. L'organisme avertit qu'on ne doit pas tirer de conclusions quant à la présence d'acétylène en se basant sur l'odeur seulement. Toutefois, l'acétylène de la pureté qu'on trouve généralement dans le commerce et qui est tiré du carbure de calcium a une odeur d'ail caractéristique. L'acétylène est un peu plus léger que l'air; sa densité relative comparativement à l'air est de 0,9. Sa limite inférieure d'explosivité (LIE) est de 2,5 p. 100 et sa limite supérieure d'explosivité (LSE), de 81 p. 100. Le point d'éclair de l'acétylène est à -18 °C et la température d'inflammation spontanée de ce gaz est de 305 °C.

1.10 Lampe à halogène

Selon le fabricant, la lampe à halogène utilisée était d'un type approuvé par l'Association canadienne de normalisation (CSA) pour usage à l'extérieur. Une lampe comprend ordinairement un corps en fonte d'aluminium refroidi par une ailette de dissipation thermique. Un réflecteur parabolique amplifie l'émission lumineuse et permet de la diriger. La lentille en verre résistante aux coups ainsi qu'aux chocs thermiques est enchassée dans un cadre en fonte d'aluminium moulé. Un joint

étanche est assuré par une garniture en silicone et des cliquets excentriques en acier inoxydable assurent une pression constante de la lentille. La lampe à halogène était montée sur une console en acier à laquelle était fixée à l'arrière une boîte de dérivation électrique; une rallonge électrique était câblée à la boîte de dérivation (voir figures 3A et 3B de l'annexe C). Dans ce cas précis, la lampe à halogène était dépourvue de sa lentille protectrice.

1.10.1 Lampe à halogène et essais d'inflammation

Au cours des essais auxquels on a soumis la lampe à halogène, on a enregistré des températures dépassant les 600 °C sur la surface de la lampe, températures qui diminuaient à environ 350 °C à cinq centimètres de la surface de la lampe. La projection de liquide hydraulique UNIVIS N-22 directement sur la lampe allumée a provoqué la formation de beaucoup de fumée, mais il n'y a pas eu d'inflammation.

Au cours d'un deuxième essai, lorsqu'un brouillard de liquide UNIVIS N-22 a été vaporisé sur une source de flamme, une grosse boule de feu a été produite.

1.10.2 Normes d'électricité des navires

Les circuits électriques ainsi que les appareils utilisés à bord des navires canadiens sont régis par les Normes d'électricité des navires de la GCC. Selon le paragraphe 18(4) de ce document,

«la température des pièces de l'appareil d'éclairage susceptibles d'être manipulées ne doit pas dépasser 60 °C».

En l'occurrence, les essais effectués avec la lentille protectrice en place ont aussi montré que la température de la lentille se stabilisait autour de 270 °C.

1.11 Présence d'accélérateurs dans le tunnel

Au moment de l'incendie, une pleine bouteille d'oxygène et deux bouteilles d'acétylène, l'une vide et l'autre presque pleine, se trouvaient du côté bâbord du tunnel central (voir l'annexe B, figure 1). Une bouteille d'acétylène avait été changée le matin même. Lorsque l'incendie a éclaté alors que les robinets des bouteilles d'oxygène et d'acétylène étaient restés ouverts, ces gaz inflammables se sont échappés dans l'atmosphère par les tuyaux flexibles calcinés, ce qui a provoqué une recrudescence de l'incendie et une hausse considérable de la température; les effets se sont d'ailleurs faits sentir jusque sur la passerelle du navire. Rien ne permet de croire qu'il y ait eu présence d'acétylène pour provoquer une explosion dans le tunnel.

1.12 Bouteilles pour le soudage oxyacétylénique

Le transport de marchandises dangereuses comme l'acétylène est régi par le Règlement sur le transport des marchandises dangereuses pris en vertu de la Loi sur le transport de marchandises dangereuses. Voici un extrait de la partie VI du Règlement :

Il est interdit de manutentionner ou de demander de transporter une bouteille ... contenant des marchandises dangereuses ... sauf si ... les exigences de la norme nationale du Canada ... sont respectées.

Les normes nationales du Canada (CAN/CSA B340-M88 et CAN/CSA B339-88) exigent que toutes les bouteilles d'acétylène soient munies d'un bouchon fusible. Ce bouchon fusible, destiné à prévenir l'explosion des bouteilles d'acétylène exposées au feu, est fait de métal qui fond à une température d'environ 68 °C.

Selon l'organisme de réglementation, la GCC, comme les bouteilles faisaient partie des approvisionnements du navire et non de la cargaison, elles n'avaient pas à être conformes au règlement ou aux normes susmentionnés. Les deux bouteilles d'acétylène retrouvées dans le tunnel n'étaient pas conformes aux normes nationales du Canada. Le robinet de la bouteille d'acétylène utilisée n'était pas fermé. Étant donné que les robinets des bouteilles étaient restés ouverts et que les tuyaux d'alimentation ont été calcinés, les gaz se sont enflammés et ont brûlé de façon contrôlée. Ainsi, par inadvertance, le fait de laisser ouverts les robinets des bouteilles a joué le même rôle qu'un bouchon fusible.

L'inspection après l'incendie et/ou la vérification de l'équipement de soudage oxyacétylénique utilisé a permis de faire les constatations suivantes :

- Il n'y avait qu'une quantité négligeable d'oxygène et d'acétylène dans les bouteilles.
- La poignée du robinet d'arrêt de l'oxygène était partiellement fondue.
- Les indicateurs des régulateurs fixés aux bouteilles étaient tous deux partiellement fondus (voir l'annexe C, figure 4).
- Les raccords filetés étaient coniques sur les régulateurs et droits sur les robinets de bouteille, ce qui nécessitait l'utilisation d'un adaptateur.
- Les tuyaux flexibles attachés à l'origine au régulateur ont été calcinés, les huit derniers mètres restant attachés au chalumeau; le chalumeau se trouvait dans le tunnel de tribord (voir l'annexe C, figure 5).
- Il n'y avait pas d'anti-retour pare-flammes sur les régulateurs et le règlement n'en exige pas.
- Le bouton du robinet d'arrêt de l'oxygène sur le chalumeau manquait et la tige de soupape était recourbée, ce qui fait qu'on devait se servir d'un outil pour la bouger; toutefois, les essais ont montré que le robinet fonctionnait de façon satisfaisante.

- Le robinet d'acétylène sur le chalumeau était intact, le robinet était fermé et fonctionnait normalement.
- Les raccords du tuyau flexible au chalumeau étaient étanches et l'écrou d'extrémité était bien vissé et en bon état.
- Les raccords du tuyau flexible au chalumeau n'avaient pas de clapets de non-retour et le règlement n'en exige pas.
- Le reste du tuyau flexible, lequel était en service depuis environ deux ans, était en assez bon état, sans joint ni craquelure.

1.13 Rapport du laboratoire technique du BST

Le laboratoire technique du BST a produit un rapport fondé sur l'examen et la vérification des matériaux retrouvés sur les lieux de l'incendie et d'autres renseignements disponibles. Ce rapport aboutit, entre autres, aux constatations suivantes :

- Le tuyau flexible hydraulique normalement fixé à l'orifice d'arrivée du clapet de silo n° 4 était débranché ou s'est séparé du clapet pour des raisons inconnues.
- La mise sous pression du circuit hydraulique a provoqué la pulvérisation du liquide hydraulique s'échappant du tuyau débranché et la formation d'un brouillard inflammable.

- La lampe à halogène au quartz utilisée était dépourvue de lentille protectrice.
- Le liquide UNIVIS N-22 sous forme de brouillard a pu s'enflammer lorsqu'il est venu en contact avec la surface exposée de la lampe à halogène au quartz allumée.

1.14 Autres considérations

Le laboratoire technique du BST a aussi indiqué dans son rapport que la courroie transporteuse calcinée n'a pas été la principale source de combustible. En l'occurrence, il a aussi été déterminé que le chalumeau oxyacétylénique, la rallonge électrique, le matériel électrique et les autres dispositifs d'éclairage de la zone ne sont pas responsables de l'inflammation du liquide hydraulique.

1.15 Équipement de lutte contre l'incendie se trouvant dans le tunnel

Le navire était tenu d'avoir de l'équipement de lutte contre l'incendie conforme aux règlements en vigueur. L'équipement à bord comprenait un collecteur principal d'incendie constitué d'une canalisation de 51 mm et de manches à incendie placées à divers endroits sur le navire, d'extincteurs, d'appareils respiratoires et d'un équipement de pompier. Toutefois, les bouches et les manches se trouvant dans le tunnel, qui servaient surtout au nettoyage à la grande eau, n'étaient pas de calibre réglementaire et les manches n'étaient pas faites d'un matériau approuvé pour la

lutte contre l'incendie; les extincteurs d'incendie étaient bien situés.

Le feu a pu être éteint par du personnel muni d'appareils respiratoires, de vêtements d'incendie et de manches à incendie, et qui a pénétré par l'extrémité avant du tunnel en passant par la buanderie.

1.16 Lutte contre l'incendie

Le gros de la lutte contre l'incendie a été mené par l'équipage du navire aidé, vers la fin, par les pompiers de SSM et la Garde côtière américaine (USGC) alors que les pompiers de Sault Sainte-Marie au Canada se tenaient prêts à intervenir.

Vers 14 h 25, les membres de l'équipe de lutte contre l'incendie, dirigés par le premier lieutenant, ont endossé des appareils respiratoires autonomes Air-Pack. Au début, on a tenté à deux reprises d'atteindre le foyer de l'incendie à partir de la buanderie, mais sans y réussir à cause de la chaleur intense. On a alors ouvert les écoutes n° 1 et n° 2 et dirigé, vers 14 h 44, trois manches à incendie vers les clapets à cargaison de tribord et l'ensellement. On ne s'est pas servi des ventilateurs de tunnel afin de ne pas alimenter le feu en oxygène. On a mis en marche le système d'extinction automatique Deluge du puits du convoyeur à boucles à l'arrière afin de noyer le feu et de refroidir la courroie transporteuse. On a éprouvé de la difficulté à manoeuvrer les cinq manches à incendie à cause de leur longueur ainsi que des angles et des obstacles. Une fois la dernière bouteille d'air à moitié vide, le premier lieutenant a prévenu le capitaine

de demander des renforts. Des membres de l'équipage du garde-côte américain «KATMAI BAY», munis d'équipement de lutte contre l'incendie, sont montés à bord du «HALIFAX» pour prêter assistance. Le troisième lieutenant a pris la tête de l'équipe sur le pont. Lorsque le chef des pompiers de SSM est monté à bord du «HALIFAX», l'incendie était déjà maîtrisé. Peu après, vers 15 h 6, le second capitaine et le chef des pompiers ont retrouvé le corps du manoeuvre de tunnel en chef avec l'aide d'un autre marin. Au total, 14 bouteilles d'air ont été utilisées au cours des opérations de lutte contre l'incendie.

1.17 Mesures de prévention des incendies

Le Règlement sur les mesures de sécurité au travail pris en vertu de la *Loi sur la marine marchande du Canada*, de même que le Code canadien du travail, exigent que lorsque des travaux à chaud doivent être exécutés, le lieu de travail et les abords soient pourvus d'extincteurs en nombre suffisant. Dans le cas à l'étude, un extincteur se trouvait à portée de la main.

1.18 Vêtements portés par le manoeuvre de tunnel

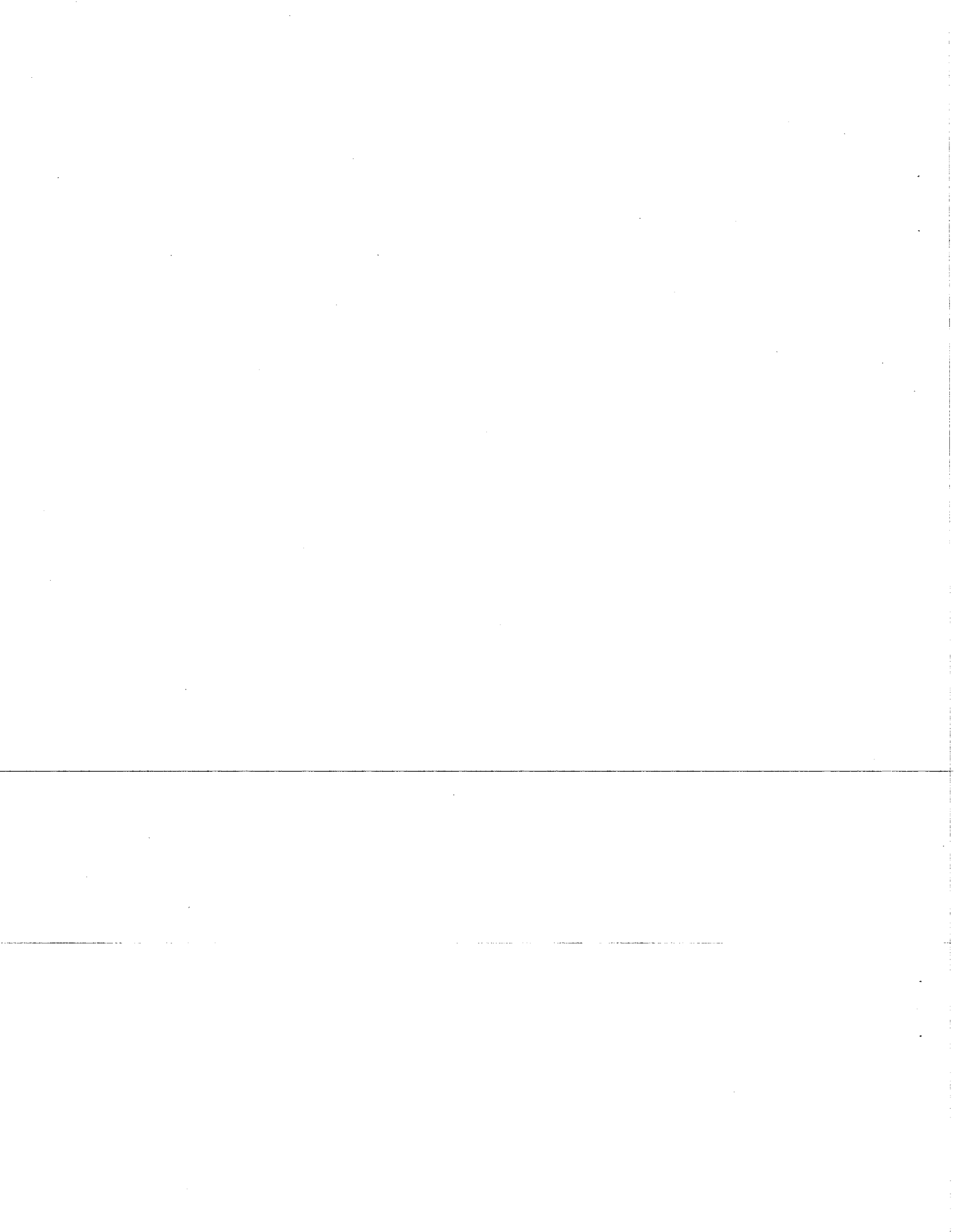
La victime, le manoeuvre de tunnel en chef, portait des bottes en caoutchouc et une combinaison de travail faite d'un tissu composé à 65 p. 100 de polyester et à 35 p. 100 de coton. En l'occurrence, le liquide hydraulique et la suie provenant de la fumée de l'incendie ont dû accélérer la combustion.

Des essais ont montré que le coton pur non traité résiste mieux au feu qu'un mélange de coton et de polyester.

1.19 Méthodes de travail et sécurité

Le chef mécanicien, en tant que chef du service machines, était chargé de l'entretien de l'équipement se trouvant dans le tunnel. Des vérifications étaient effectuées périodiquement pour suivre la progression des réparations. L'événement a montré qu'on avait mal évalué les effets de certaines méthodes de travail utilisées à bord, à savoir :

- L'utilisation d'un tuyau flexible hydraulique plus long que nécessaire pour effectuer les réparations.
- Le desserrement du raccord du tuyau flexible hydraulique, alors que le circuit était sous pression, pour vérifier si le liquide circulait bien.
- L'utilisation dans un espace restreint d'un appareil d'éclairage à haute intensité destiné à l'usage extérieur; cette pratique avait débuté récemment.
- Le fait de laisser ouverts les robinets des bouteilles d'oxygène et d'acétylène alors que l'équipement n'était pas utilisé.



2.0 Analyse

2.1 Reconstitution des événements ayant conduit à l'incendie

On a reconstitué le déroulement des événements juste avant l'incendie à partir de l'examen des indices matériels recueillis sur les lieux de l'incendie et des essais connexes effectués, ainsi que d'après les témoignages présentés par les manoeuvres de tunnel et les observations de première main du personnel après l'incendie. On a aussi examiné des photographies prises peu après l'incendie.

2.2 Raisons pour lesquelles le clapet de silo n° 4 ne fonctionnait pas

Au moment de l'événement, le circuit hydraulique était mis à l'essai pour la seconde fois. Comme les vibreurs avaient fonctionné au cours du premier essai, cela indique que le circuit hydraulique était sous pression, ce qui élimine la possibilité de la présence d'une poche d'air dans la canalisation hydraulique principale. En outre, comme les essais du laboratoire technique du BST effectués sur le clapet de silo n° 4 (utilisé au moment de l'incendie), ont montré que celui-ci fonctionnait, il a été impossible d'expliquer pourquoi les cylindres du clapet n° 4 n'ont pas fonctionné pendant les deux à trois minutes qui ont précédé l'incendie.

2.3 Débranchement du tuyau flexible hydraulique et début de l'incendie

Le fait que l'on ait trouvé le tuyau flexible débranché après l'incendie alors que les filets d'accouplement étaient intacts malgré la pression élevée de la canalisation hydraulique principale donne à penser que le tuyau avait peut-être été dégagé manuellement et était tout juste maintenu en position par les filets, peut-être avec l'assistance manuelle du manoeuvre en chef (voir l'annexe C, figure 2). En outre, une fois le circuit mis sous pression, le liquide hydraulique a dû gicler du raccord du moment où celui-ci a été desserré. Toutefois, le circuit a été sous pression pendant environ deux minutes avant que le liquide ne s'échappe au point de débranchement, ce qui semble indiquer qu'il n'y avait pas encore eu pressurisation du circuit au niveau du clapet n° 4 jusqu'à ce moment-là.

Le manoeuvre de tunnel n° 1 a déclaré avoir entendu un faible bruit semblable à celui d'un vibreur, mais différent, quelque secondes à peine avant de voir une grosse boule de feu orange. Ceci peut s'expliquer par le fait que le tuyau flexible, qui était débranché alors que le circuit était sous pression, devait nécessairement heurter violemment contre les surfaces métalliques tout en faisant gicler du liquide hydraulique dans tous les sens. Le brouillard de liquide hydraulique ainsi produit s'est alors enflammé au contact de la lampe à halogène, donnant naissance à une grosse boule de feu.

2.4 Signification de la flamme aperçue par le manoeuvre de tunnel n° 2

Si le manoeuvre n° 2 a cru que la flamme qu'il a aperçue était celle du chalumeau, c'est probablement que cette flamme était de forme allongée et semblable à celle produite par un chalumeau oxyacétylénique. Toutefois, il ne pouvait s'agir de la flamme du chalumeau utilisé pour les réparations, étant donné que celui-ci se trouvait dans le tunnel de tribord et hors du champ de vision du manoeuvre n° 2. Donc, toutes flammes provenant de la combustion de l'acétylène devaient provenir d'une fuite mineure dans une autre partie du matériel de soudure oxyacétylénique. En l'absence de preuves corroborant la thèse d'une fuite d'acétylène dans le tunnel avant le début de l'incendie, fuite qui aurait pu être la cause de l'inflammation, il est impossible d'expliquer l'aspect de la flamme qui a été confondue avec celle du chalumeau oxyacétylénique. Étant donné la rapidité avec laquelle l'incendie a progressé et en l'absence de preuves du contraire, il semblerait que la flamme aperçue par le manoeuvre n° 2, selon lui non loin de la cale à cargaison, provenait fort probablement de l'inflammation du liquide hydraulique.

2.5 Position de la victime et emplacement des brûlures

Les derniers mots que le manoeuvre de tunnel en chef a échangé avec le manoeuvre n° 1 pour lui demander si le cylindre du clapet avait bougé semblent indiquer qu'il s'affairait à vérifier le clapet

n° 4. De cette position, lorsque l'incendie a débuté, la lampe à halogène devait être à sa droite, ce qui expliquerait les graves brûlures qu'il a subies de ce côté, et la gravité des brûlures sur sa poitrine pourrait signifier qu'il faisait face à la boule de feu.

Comme aucun des deux manoeuvres de tunnel survivants n'a été témoin des mouvements du manoeuvre en chef juste avant et tout de suite après le début de l'incendie et de la boule de feu, on ne peut dire avec certitude pourquoi le corps de la victime se trouvait à une certaine distance de l'aire de travail.

Toutefois, compte tenu des circonstances de l'accident et en l'absence de preuves du contraire, une explication possible pourrait être que, le manoeuvre en chef étant tout près de la boule de feu, il aurait été projeté vers l'avant, ce qui expliquerait aussi qu'il ait perdu ses bottes et se soit infligé un trauma crânien. L'emplacement des brûlures qu'il a subies viendrait de l'inflammation de sa combinaison imbibée de liquide hydraulique.

2.6 Progression de l'incendie

Comme l'ont révélé les essais, du liquide hydraulique versé directement sur la surface de la lampe à halogène ne se serait pas enflammé, alors qu'un brouillard de liquide hydraulique le pouvait. En outre, l'absence de lentille protectrice favorisait encore davantage l'inflammation. Avant que le circuit hydraulique ait pu être dépressurisé, environ 400 à 450 L de liquide hydraulique se sont échappés dans le tunnel, fournissant une grande quantité

de liquide combustible. L'incendie a été alimenté au cours de sa progression par l'oxygène et l'acétylène de l'équipement d'oxycoupage, et la courroie transporteuse s'est enflammée.

2.7 Méthodes pour combattre l'incendie

Une des techniques utilisées pour combattre l'incendie est de priver le feu d'oxygène. On y parvient en limitant ou en coupant complètement l'apport d'air. En l'occurrence, le système de ventilation du tunnel n'était pas en usage.

La présence de gaz explosifs dans le tunnel ainsi que la chaleur intense dégagée par l'incendie ont obligé à ouvrir deux écoutilles de cargaison afin de faciliter le refroidissement de l'ensellement et l'arrosage du tunnel. Cette mesure s'est avérée efficace pour empêcher l'incendie de se propager. En outre, l'épaisse fumée dégagée par la combustion du liquide hydraulique et de la courroie transporteuse a dû contribuer à étouffer le feu. Ainsi, ~~l'effet du refroidissement des surfaces métalliques adjacentes combiné à l'effet d'étouffement de la fumée produite ont permis d'éteindre l'incendie assez rapidement.~~ Par contre, l'oxygène qui s'échappait de la bouteille par le tuyau flexible calciné a quelque peu atténué l'effet d'étouffement de la fumée.

2.8 Bouteilles d'oxygène et d'acétylène

Parce que le chalumeau était utilisé dans le tunnel de tribord et que les bouteilles étaient placées dans le tunnel central alors

que le plus proche passage d'un tunnel à l'autre se trouvait à l'entrée de l'issue avant, le personnel devait nécessairement franchir une distance considérable pour aller fermer les robinets des bouteilles. Comme les réparations sont physiquement exigeantes, demandent du temps et sont parfois frustrantes, le personnel cherche à trouver des façons de faciliter les opérations.

L'apport d'air dans le tunnel étant limité (les moyens de ventilation mécaniques du compartiment n'étaient pas utilisés), les gaz/vapeurs introduits dans le tunnel s'accumulaient, créant un risque d'incendie. La formation d'un brouillard de liquide hydraulique est toujours possible pendant la vérification du circuit hydraulique. Les robinets des bouteilles d'oxygène et d'acétylène doivent donc être fermés avant et pendant de telles vérifications.

En l'occurrence, même si la fermeture des robinets des bouteilles avant la vérification du circuit hydraulique n'aurait peut-être pas empêché l'incendie d'éclater, le liquide hydraulique, à cause de sa zone d'inflammabilité réduite, n'aurait probablement pas pu alimenter le feu pendant bien longtemps. En outre, l'incendie aurait été de plus courte durée et moins intense qu'il ne l'a été.

Compte tenu du risque lié à l'utilisation d'équipement oxyacétylénique dans des espaces clos, il est important pour la sécurité que les compartiments où un tel équipement est utilisé soient bien ventilés. Dans le cas à l'étude, même si le tunnel était muni de moyens de ventilation mécanique, ceux-ci n'ont pas été utilisés

pendant qu'on se servait de l'équipement oxyacétylénique.

Vu les moyens limités de lutte contre l'incendie dans le tunnel (notamment l'absence de bouches d'incendie et de manches à incendie), des précautions supplémentaires auraient été de rigueur. Comme la bouche d'incendie la plus proche se trouvait dans un autre compartiment à une certaine distance, il a fallu brancher quatre manches à incendie l'une à l'autre pour atteindre le foyer de l'incendie. En outre, dans le tunnel exigu, les manches à incendie sous pression étaient encombrantes et difficiles à manier, ce qui présentait un risque de blessures pour le personnel. Il aurait donc fallu, par mesure de précaution, gréer une manche à incendie munie d'une lance à jet réglable et la tenir prête, avec la canalisation remplie d'eau, en laissant la vanne de la bouche d'incendie ouverte sur le pont.

3.0 Conclusions

3.1 Faits établis

1. Le manoeuvre de tunnel en chef se trouvait non loin du clapet de silo n° 4 au début de l'incendie.
2. Les tuyaux flexibles et raccords hydrauliques utilisés étaient appropriés, et rien n'indique que le tuyau flexible ait éclaté.
3. Le tuyau flexible hydraulique du clapet de silo n° 4 a été trouvé débranché après l'incendie. La cause de ce débranchement est inconnue.
4. Le tuyau flexible qui était sous pression s'est débranché, et le liquide hydraulique a giclé, provoquant la formation d'un brouillard inflammable dans le tunnel.
5. Le brouillard de liquide hydraulique s'est enflammé au contact de la lampe à halogène non protégée.
6. Un manoeuvre de tunnel a aperçu, non loin de l'aire de travail, une flamme qui marquait le début de la combustion du liquide hydraulique.
7. Un appareil d'éclairage à halogène, qui était conçu pour usage extérieur seulement, était utilisé dans le tunnel.
8. La lampe à halogène était dépourvue de lentille protectrice et la température de la surface de la lampe allumée dépassait les 600 °C.
9. La température de la lentille du type de lampe à halogène utilisé dépassait les températures permises pour les appareils d'éclairage destinés à être manipulés.
10. On avait remplacé la bouteille d'acétylène par une bouteille pleine plus tôt le jour de l'événement.
11. Les bouteilles d'acétylène, puisqu'elles faisaient partie des approvisionnements du navire, n'étaient pas tenues de respecter les normes canadiennes et, par conséquent, n'avaient pas à être munies de bouchons fusibles. Elles ne l'étaient d'ailleurs pas.
12. Il n'est pas exigé que les bouteilles d'oxygène ou d'acétylène soient munies d'anti-retour pare-flammes ou que les tuyaux flexibles soient munis de clapets anti-retour, et ce n'était d'ailleurs pas le cas.
13. Les robinets des bouteilles d'oxygène et d'acétylène n'ont pas été fermés avant la vérification du circuit hydraulique.
14. Le tissu en coton et polyester de la combinaison que portait la victime était moins résistant au feu que du coton pur.

15. On a sousestimé les dangers liés à l'inflammabilité d'un brouillard de liquide hydraulique en présence d'une lampe à halogène à haute intensité non protégée.
16. La victime a perdu conscience à cause d'un trauma crânien et a perdu la vie par suite d'asphyxie et de brûlures graves.
17. On a éprouvé de la difficulté à manier les longues manches à incendie qu'on a dû faire entrer dans le tunnel en passant par la buanderie.

3.2 *Causes*

L'incendie a éclaté dans le tunnel de la courroie transporteuse à bord du «HALIFAX» parce qu'un brouillard de liquide hydraulique provenant du tuyau flexible hydraulique débranché s'est enflammé au contact d'une lampe à halogène dépourvue de lentille protectrice.

4.0 Mesures de sécurité

4.1 Mesures prises

4.1.1 Lampes à haute intensité

Après l'événement à l'étude, le BST a communiqué à la Garde côtière canadienne (GCC) les résultats de ses essais en laboratoire et lui a fait part des dangers d'incendie associés à l'installation et à l'utilisation de lampes à haute intensité en milieu clos à bord de navires. En janvier 1995, la GCC a publié le Bulletin de la sécurité des navires n° 1/95, dans lequel on signale les points suivants aux exploitants de navires et au personnel d'entretien :

1. la nécessité de se conformer aux Normes d'électricité des navires de la GCC (TP 127, paragraphe 18(4)) qui portent sur l'utilisation d'appareils susceptibles d'être manipulés;
2. la nécessité d'entretenir tout l'équipement portatif en bon état de fonctionnement aux fins de la sécurité;
3. la nécessité de choisir l'équipement portatif en fonction des conditions dans lesquelles il doit être utilisé;
4. la nécessité d'utiliser des lampes étanches dans les endroits où il y a risque d'éclaboussures de matériaux combustibles.

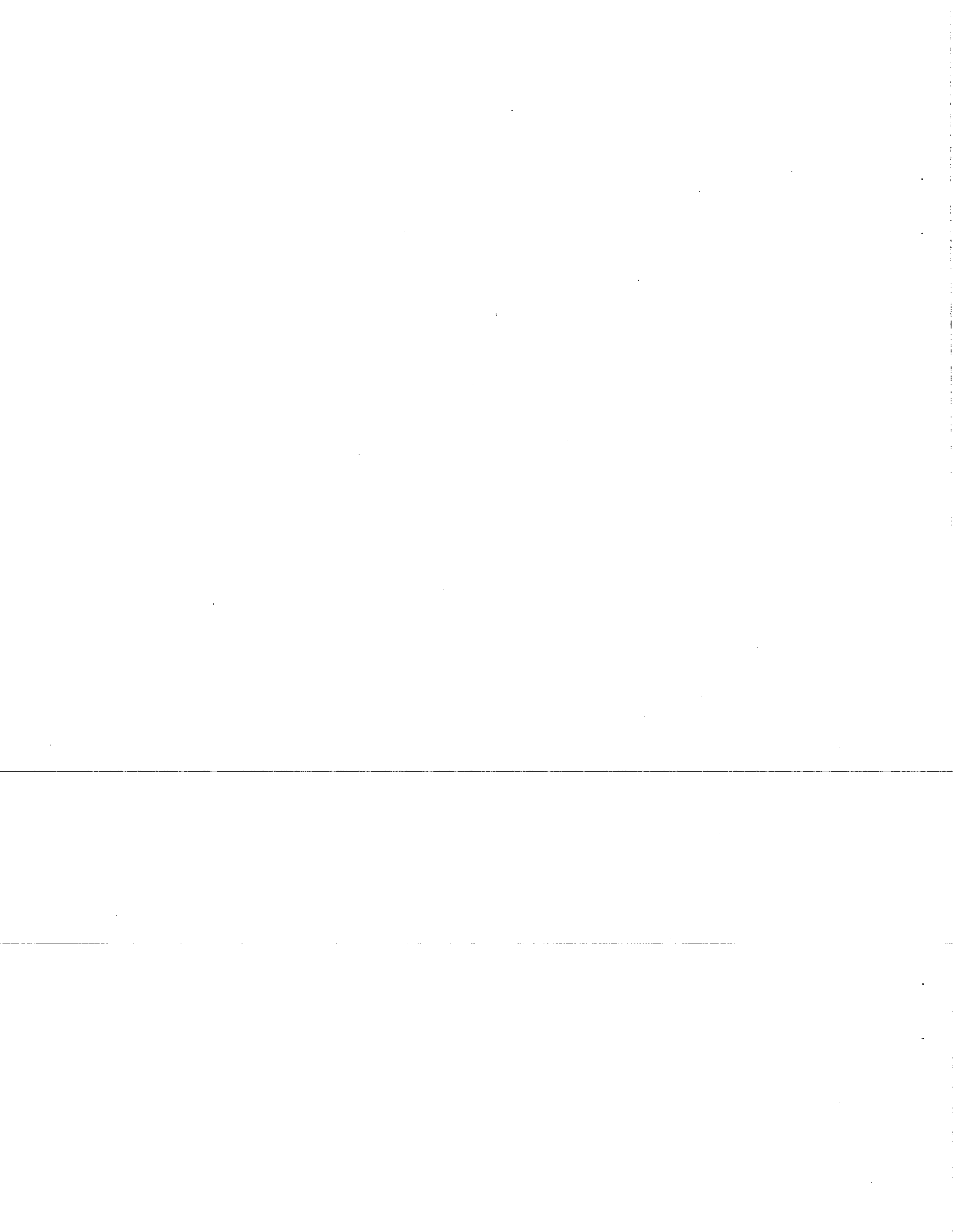
4.1.2 Application des règlements de sécurité

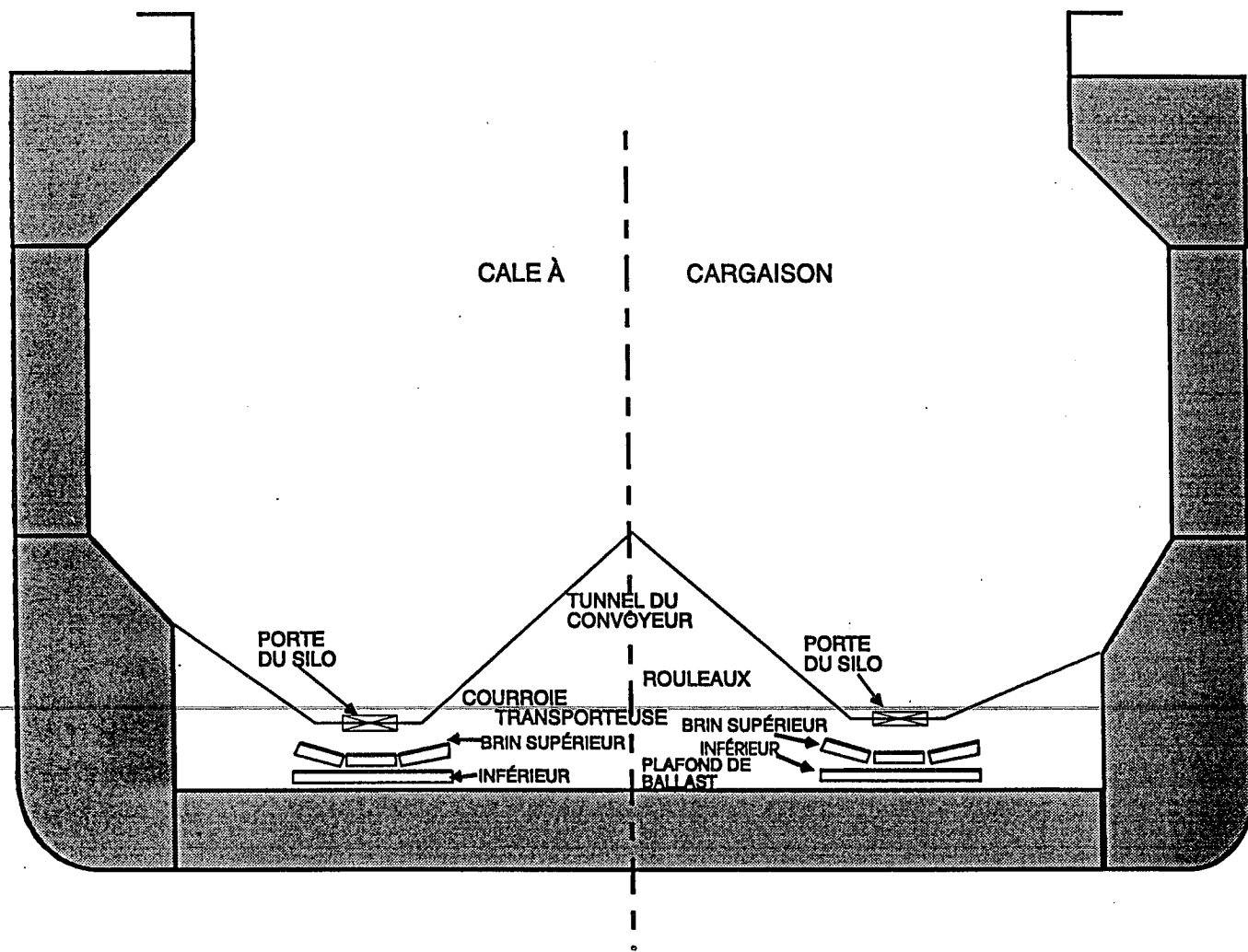
Après avoir examiné les observations des personnes directement intéressées par les conclusions de son enquête, le BST a avisé la GCC des lacunes relevées dans l'application des règlements de sécurité par les bureaux régionaux.

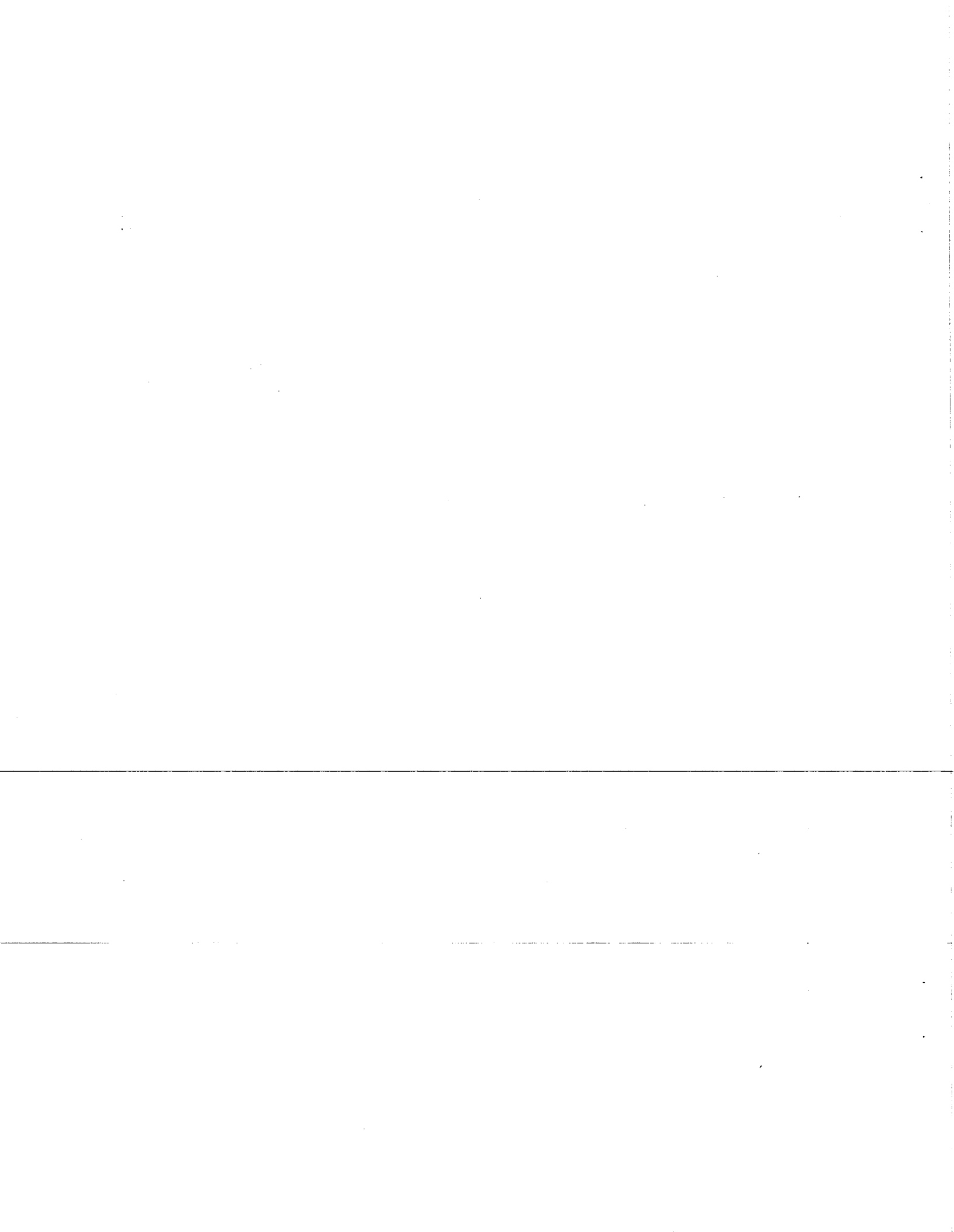
4.1.3 Méthode d'exécution des travaux à chaud

Par suite de cet événement, les propriétaires ont dit avoir instauré de nouvelles méthodes pour l'exécution des travaux à chaud à bord des navires. Le permis pour travaux à chaud vise à faire en sorte qu'on prenne toutes les mesures de précaution voulues avant d'entreprendre des travaux de brûlage, de soudage et d'autres travaux à chaud faisant appel au gaz oxyacétylénique.

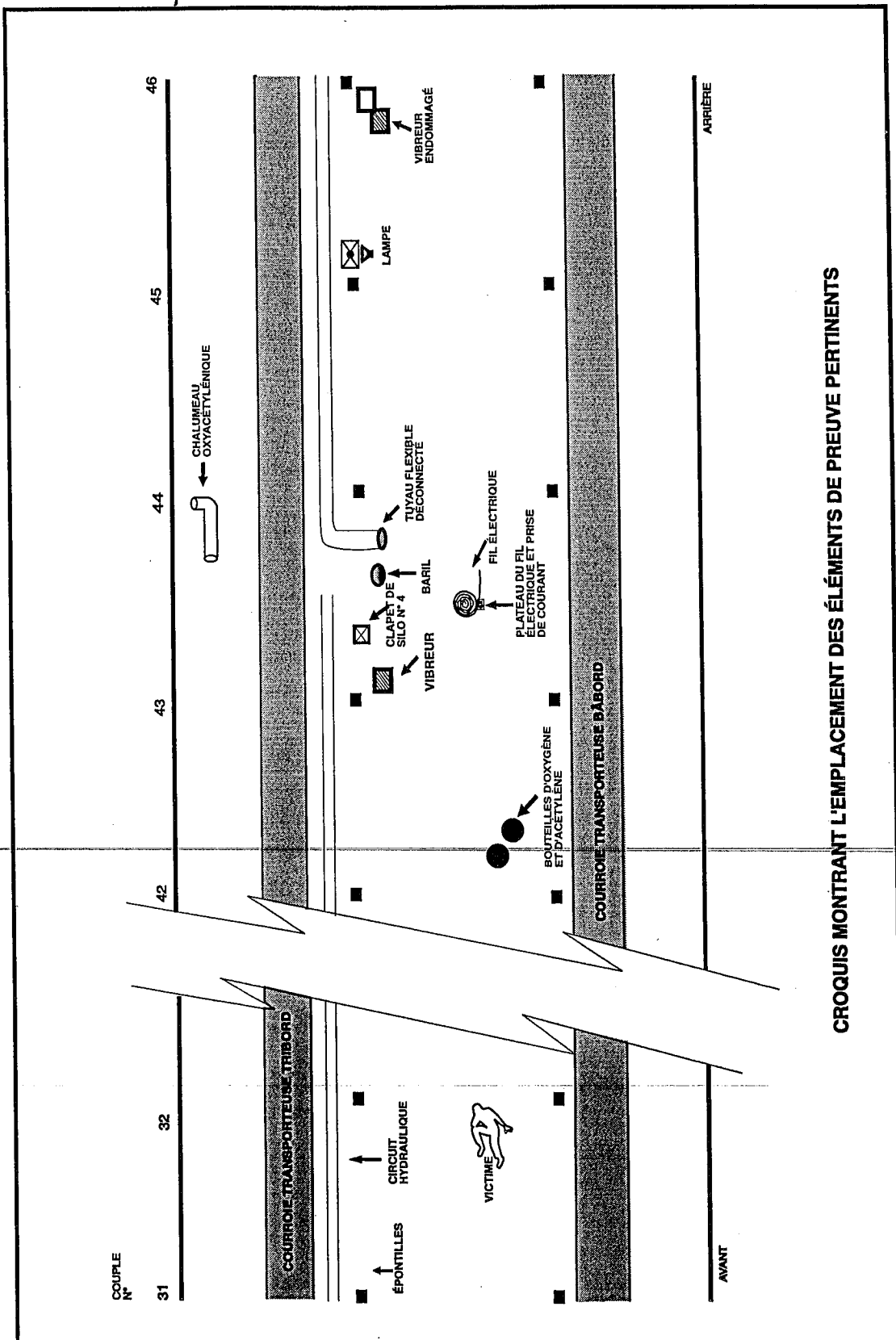
Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 7 juin 1995 par le Bureau, qui est composé du Président, John W. Stants, et des membres Zita Brunet et Hugh MacNeil.



Annexe A - Vue en coupe typique du milieu du navire



Annexe B - Croquis des environs du tunnel



CROQUIS MONTRANT L'EMPLACEMENT DES ÉLÉMENTS DE PREUVE PERTINENTS

FIGURE 1

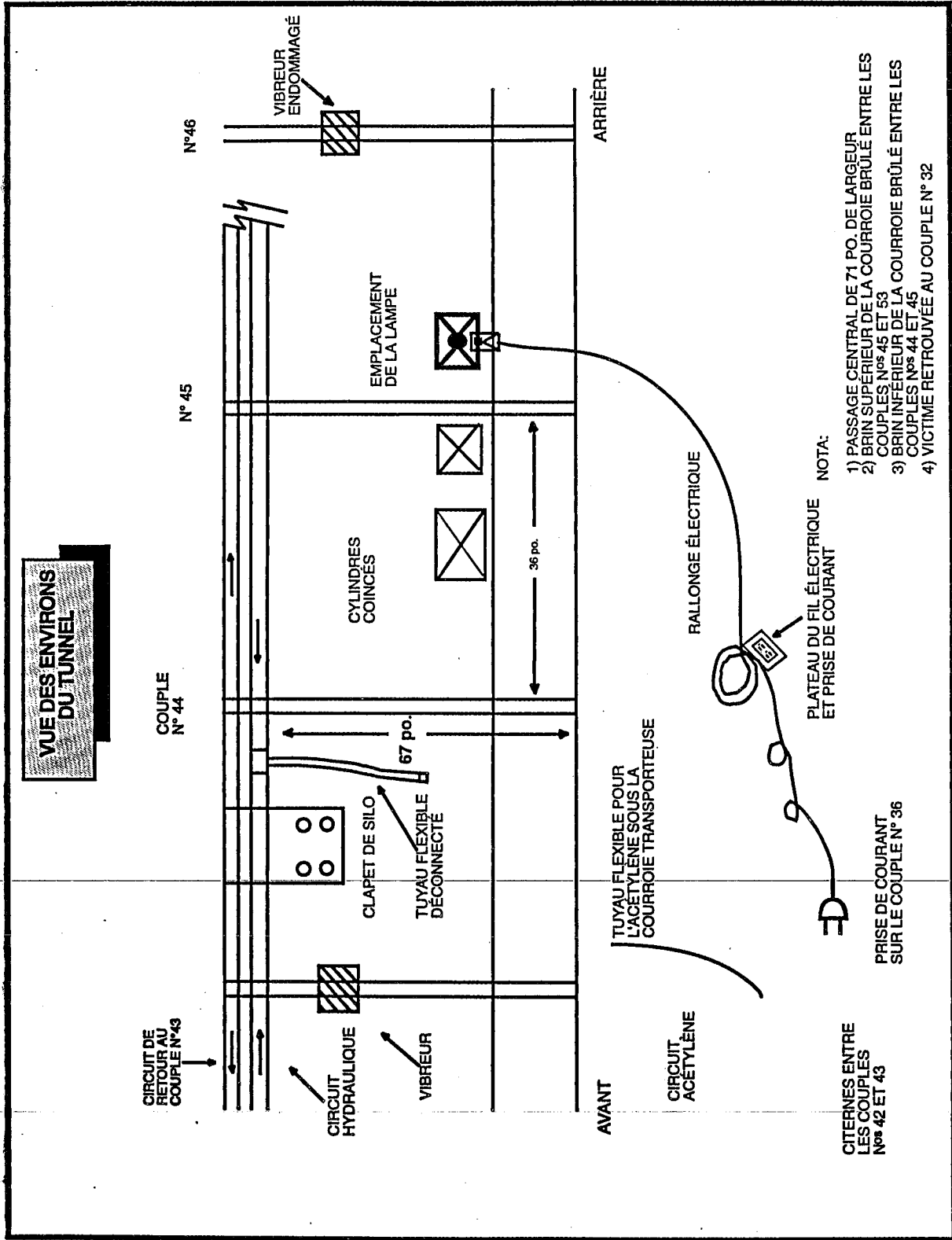
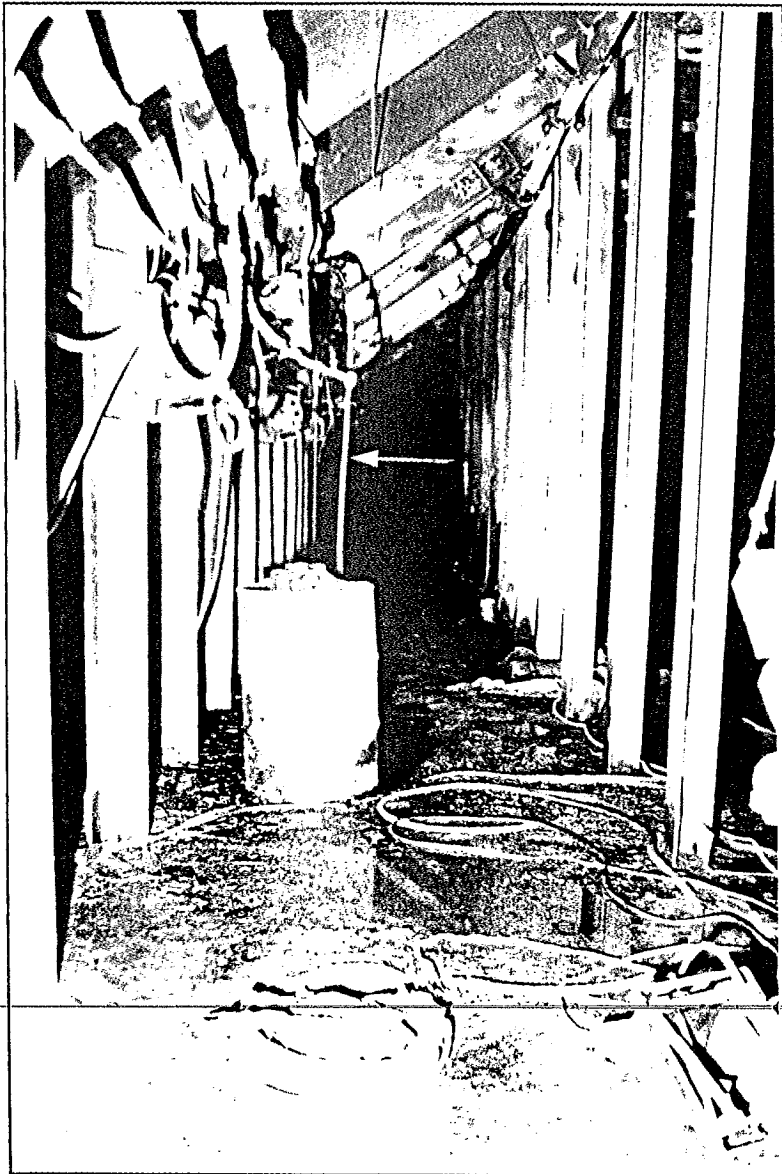


FIGURE 2

Annexe C - Photographies

Tuyau flexible
hydraulique débranché

Figure 1 - Tunnel central au droit de la cale n° 1, clapet de silo n° 4, vue vers l'arrière du tunnel.

À remarquer : la lampe à halogène dans le coin inférieur droit, et la rallonge électrique et le plateau au centre au bas de la photo (gracieuseté de la CSL).

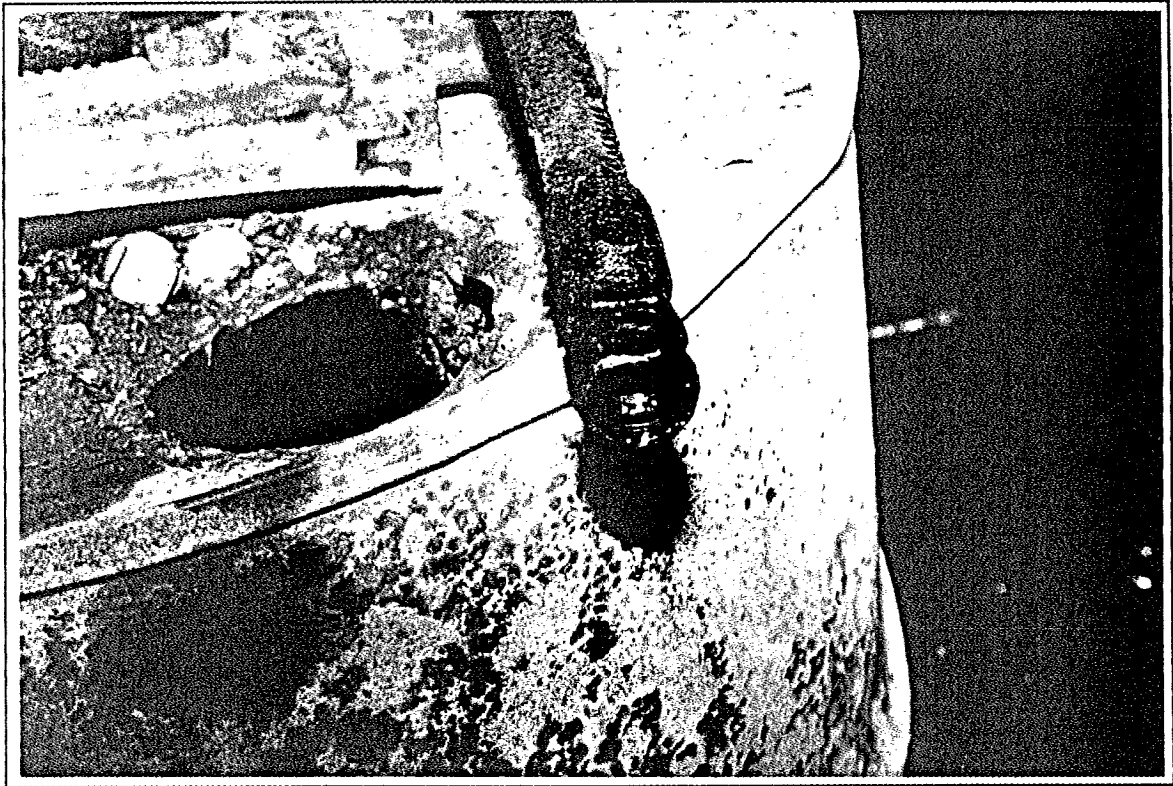


Figure 2 - Extrémité du tuyau flexible hydraulique normalement branché à un réducteur d'arrivée. À remarquer : aucun dommage aux filets.

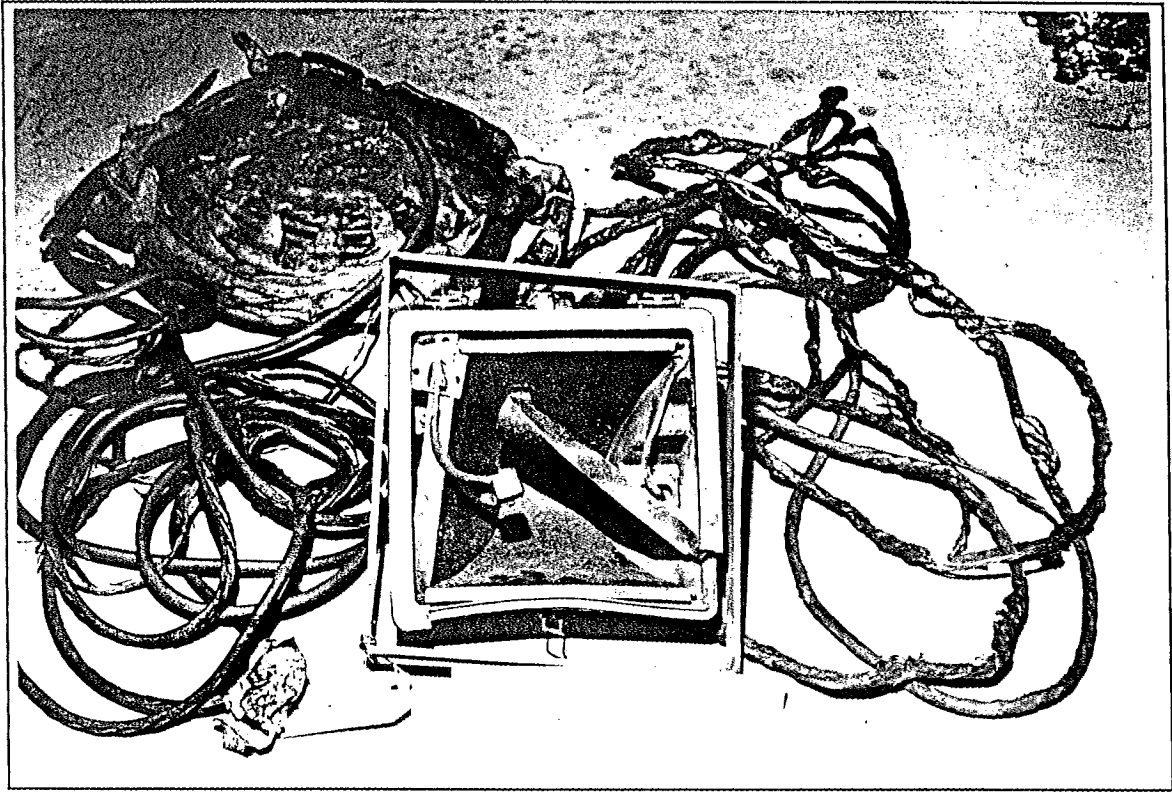


Figure 3A - Lampe à halogène, vue de face.

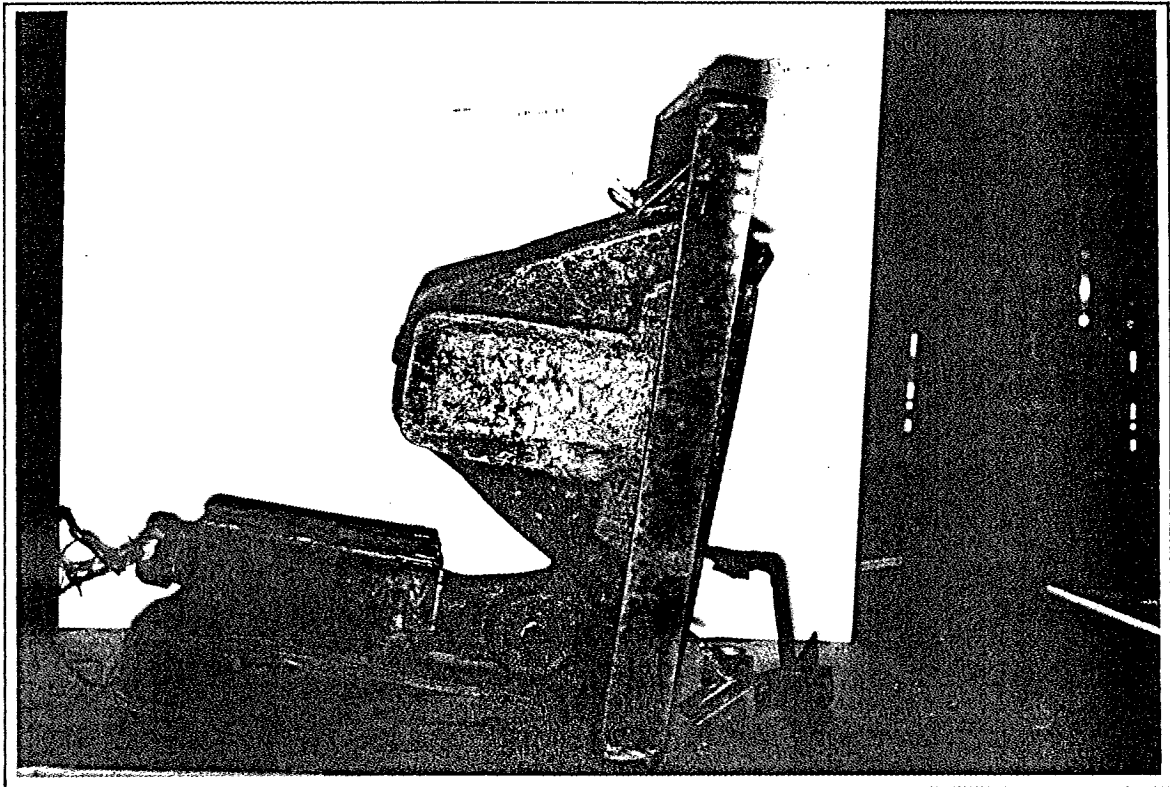


Figure 3B - Lampe à halogène, vue de côté, montrant la boîte de dérivation électrique.

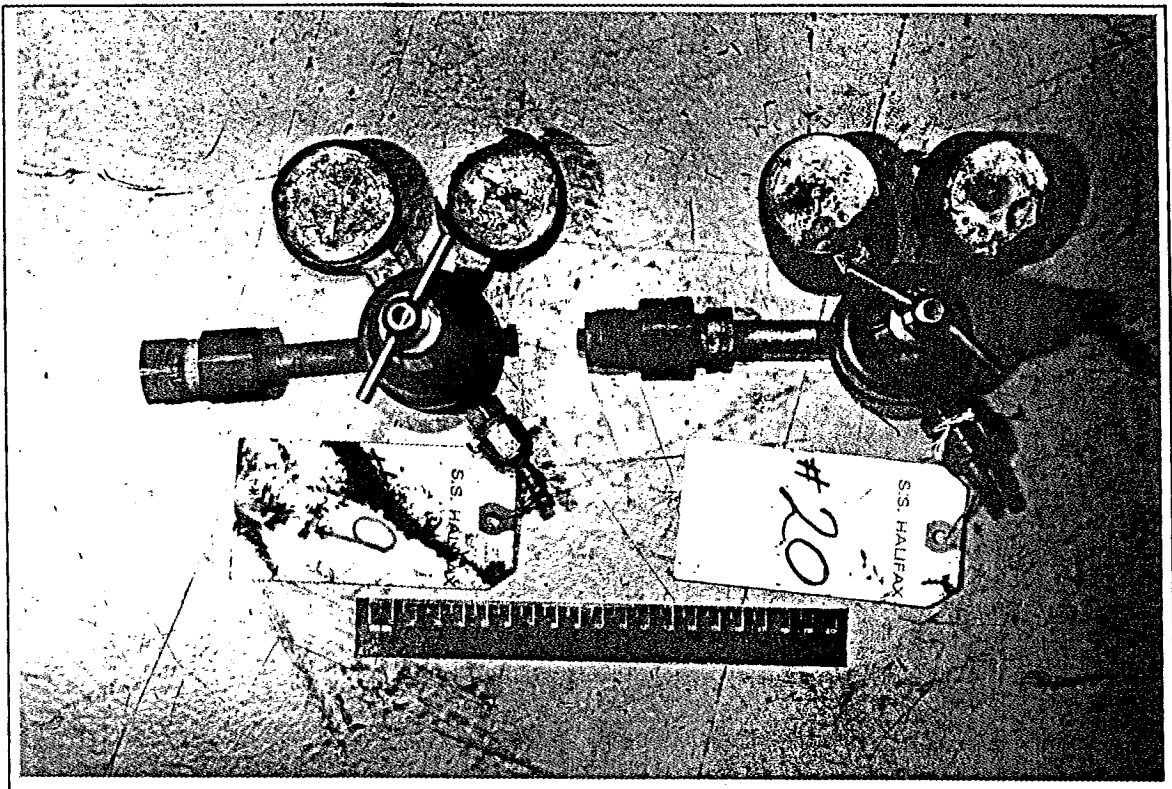


Figure 4 - Régulateurs et manomètres enlevés des bouteilles d'oxygène et d'acétylène.

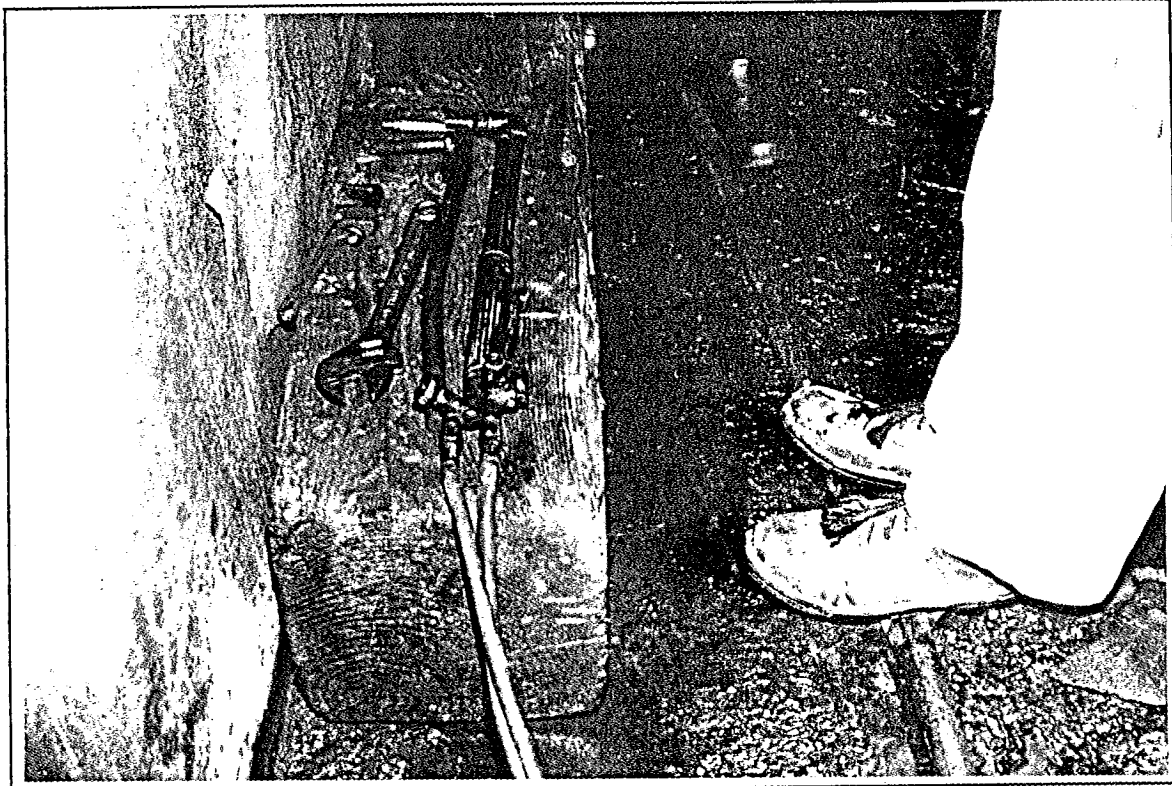
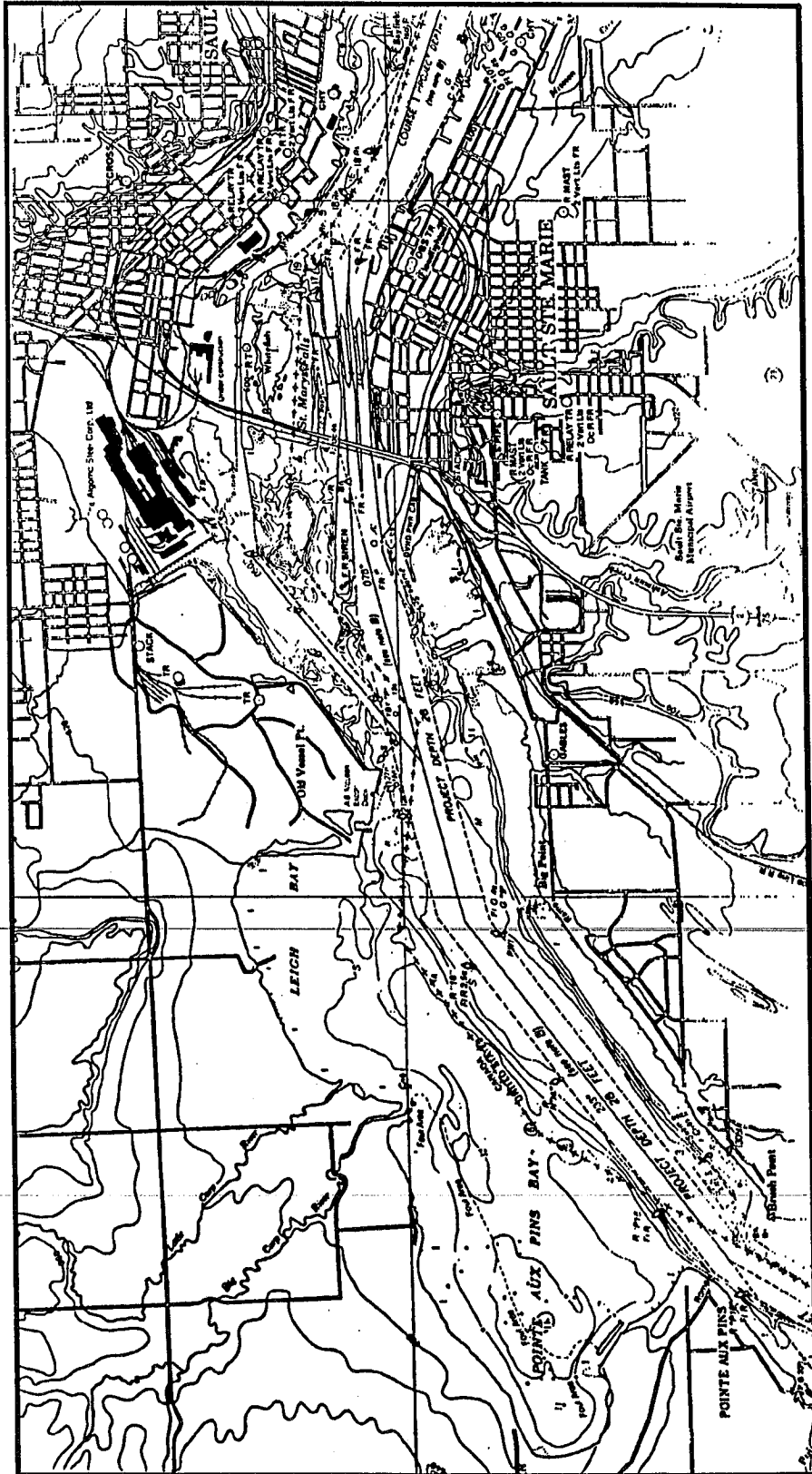
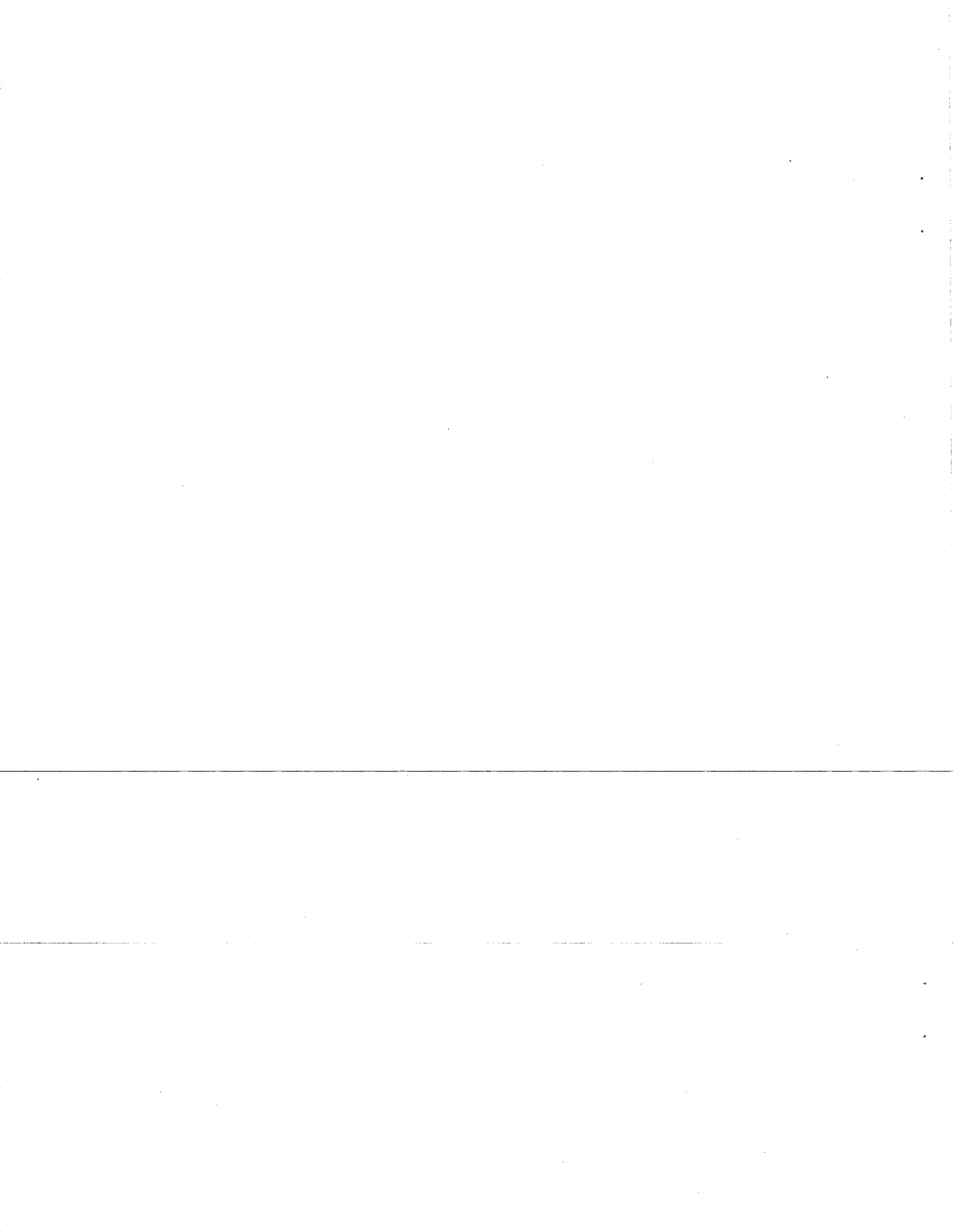


Figure 5 - Chalumeau oxyacétylénique tel que retrouvé du côté tribord du tunnel après l'incendie (gracieuseté de la CSL).

Annexe D - Croquis du secteur de l'événement





Annexe E - Sigles et abréviations

C	Celsius
cm	centimètre(s)
CNR	Conseil national de recherches
domaine de la déflagration	Plage comprise entre les limites supérieure et inférieure d'inflammabilité.
É.-U.	États-Unis
GCC	Garde côtière canadienne
HAE	heure avancée de l'est
kPa	kilopascal(s)
kW	kilowatt(s)
L	litre(s)
L/s	litre(s) à la seconde
lb/po ²	livre(s) au pouce carré
LIE	Limite inférieure d'explosivité - teneur minimale de l'air en une substance (ordinairement exprimée en pourcentage en volume) pouvant provoquer une détonation sous l'effet d'une étincelle, d'un choc, d'un échauffement, etc.
LII	Limite inférieure d'inflammabilité - teneur minimale de l'air en une substance (ordinairement exprimée en pourcentage en volume) pouvant provoquer une inflammation au contact d'une source d'inflammation.
limites d'inflammabilité	Voir «domaine de la déflagration»
LSE	Limite supérieure d'explosivité - teneur maximale de l'air en une substance (ordinairement exprimée en pourcentage en volume) pouvant provoquer une détonation sous l'effet d'une étincelle, d'un choc, d'un échauffement, etc.
LSI	Limite supérieure d'inflammabilité - teneur maximale de l'air en une substance pouvant provoquer une inflammation au contact d'une source d'inflammation.
m	mètre(s)
mm	millimètre(s)
noeud	un mille marin à l'heure
OMI	Organisation maritime internationale
point d'éclair	Température à laquelle des vapeurs d'huile, etc. s'allument en présence d'air.
point d'inflammation	Température minimale à laquelle il faut porter un produit pour que les vapeurs émises continuent de brûler en présence d'air, une fois allumées.
SHC	Service hydrographique du Canada

SI	système international (d'unités)
SSM	Sault Sainte. Marie, Michigan
température d'inflammation spontanée	La température la plus basse à laquelle une substance peut s'enflammer d'elle-même sans la présence d'une étincelle ou d'une flamme.
USGC	United States Coast Guard (Garde côtière américaine)
UTC	temps universel coordonné
°	degré(s)

