

**EN004088****RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident mortel survenu à un travailleur de l'entreprise  
Service d'entretien Carlos inc. le 21 novembre 2015  
au Centre de transport Anjou de la STM  
situé au 8150, rue Larrey à Anjou**

**VERSION DÉPERSONNALISÉE****Direction régionale de Montréal-3****Inspecteurs :**\_\_\_\_\_  
**Nathalie Paradis, ing.**\_\_\_\_\_  
**Julie Boucher, ing.****Date du rapport : 31 MARS 2016**

**Rapport distribué à :**

- Monsieur [A], [...] – Service d'entretien Carlos inc.
- Madame Nancy Roy, chef de la division Prévention en sécurité du travail – Société de transport de Montréal (STM)
- Monsieur Philippe Paquet, représentant syndical en santé et sécurité, Syndicat du transport de Montréal – STM
- Docteure Krystyna Pecko, coroner – Bureau du coroner du Québec
- Docteur Richard Massé, directeur régional de la santé publique – Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1</b>	<b><u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u></b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b><u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u></b>	<b>3</b>
2.1	<b>STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT</b>	<b>3</b>
2.1.1	SOCIÉTÉ DE TRANSPORT DE MONTRÉAL	3
2.1.2	SERVICE D'ENTRETIEN CARLOS INC.	4
2.2	<b>ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL AU SEIN DE L'ENTREPRISE SDC</b>	<b>4</b>
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	5
<b>3</b>	<b><u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u></b>	<b>7</b>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	7
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	10
<b>4</b>	<b><u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u></b>	<b>13</b>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	13
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	15
4.2.1	CONTRAT ENTRE LA STM ET SDC	15
4.2.2	COORDINATION ENTRE LA STM ET SDC	15
4.2.3	PROCÉDURE DE CADENASSAGE DE LA STM ET DE SDC	16
4.2.4	SERPENTIN DE CHAUFFAGE D'APPOINT	17
4.2.5	FORMATION ET EXPÉRIENCE DU TRAVAILLEUR ACCIDENTÉ	17
4.2.6	LOIS, RÈGLEMENTS ET NORMES	17
4.2.7	PROGRAMME D'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL	24
4.2.8	EXPERTISE	24
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	25
4.3.1	LE SERPENTIN DE CHAUFFAGE SOUS TENSION EST ACCESSIBLE POUR LES MAINS DU TRAVAILLEUR À PARTIR D'UNE TRAPPE D'ACCÈS DU CONDUIT DE VENTILATION	25
4.3.2	LA GESTION DÉFICIENTE DU CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE DANGEREUSE EXPOSE LE TRAVAILLEUR AU DANGER D'ÉLECTROCUTION.	25
<b>5</b>	<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b>28</b>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	28
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	28
5.3	SUIVI DE L'ENQUÊTE	28

**ANNEXES**

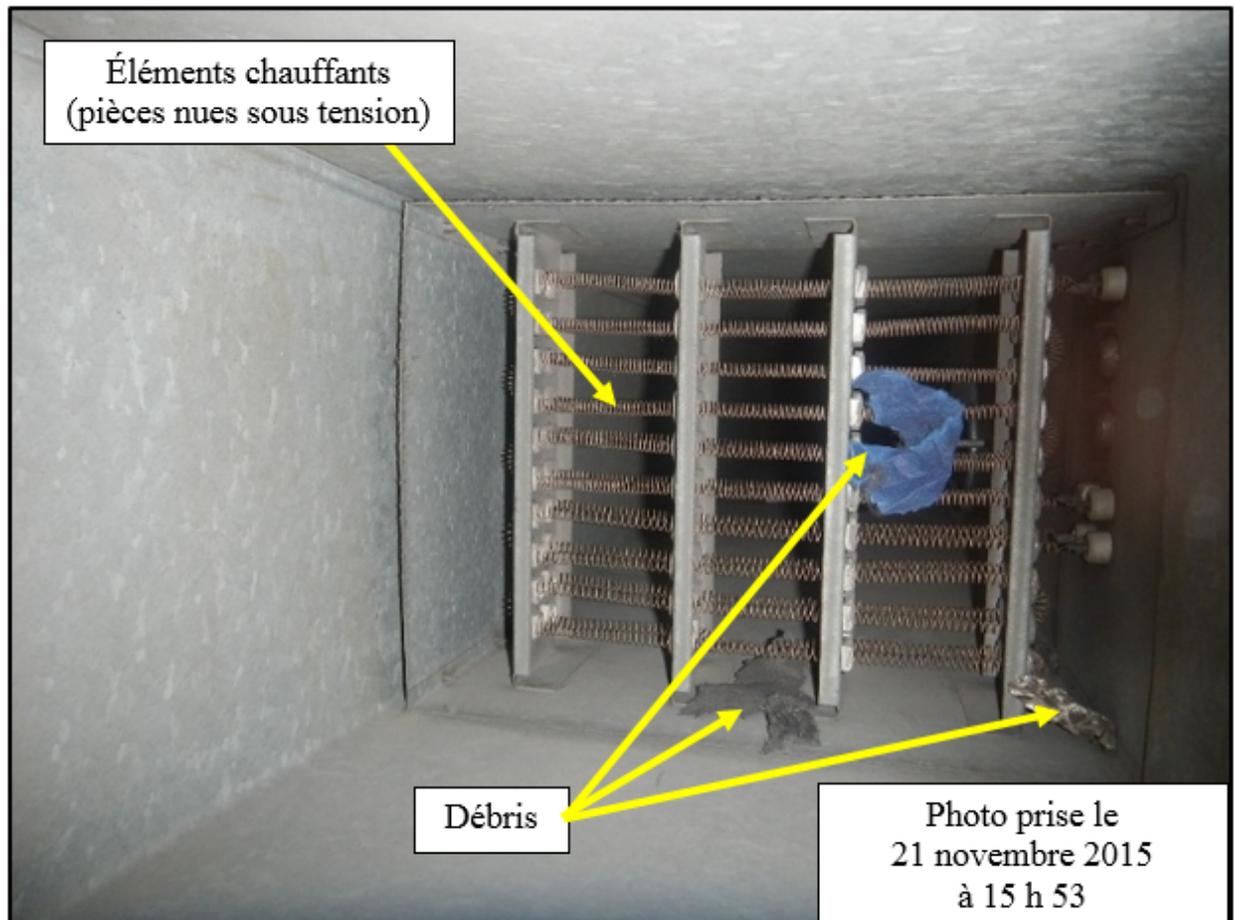
<b>ANNEXE A :</b>	<b>Liste des accidentés ou Accidenté</b>	<b>29</b>
<b>ANNEXE B :</b>	<b>Liste des témoins et des autres personnes rencontrées</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE C :</b>	<b>Rapport d'expertise</b>	<b>31</b>
<b>ANNEXE D :</b>	<b>Références bibliographiques</b>	<b>32</b>

**SECTION 1****1 RÉSUMÉ DU RAPPORT****Description de l'accident**

Le 21 novembre 2015, des travailleurs de l'entreprise Service d'entretien Carlos inc. (SDC) effectuent le nettoyage de conduits de ventilation au Centre de transport Anjou de la Société de transport de Montréal (STM). Vers 15 h 55, après avoir terminé le nettoyage des conduits, un travailleur constate la présence de débris sur un serpentin de chauffage d'appoint de 600 volts. Il introduit sa main et son avant-bras gauches dans le conduit par une trappe d'accès et, en tentant de retirer les débris, sa main entre en contact avec des éléments chauffants du serpentin sous tension.

**Conséquences**

Le travailleur est mort par électrocution.



(Source : SDC)

**Photo 1 : Serpentin de chauffage d'appoint impliqué dans l'accident  
(intérieur du conduit)**

**Abrégé des causes**

L'enquête a permis d'identifier les causes suivantes :

- Le serpentin de chauffage sous tension est accessible pour les mains du travailleur à partir d'une trappe d'accès du conduit de ventilation;
- La gestion déficiente du contrôle de l'énergie dangereuse expose le travailleur au danger d'électrocution.

**Mesures correctives**

À la suite des constatations faites sur les lieux de travail le 21 novembre 2015, les inspecteurs de la CNESST interdisent tout accès à l'ouverture dans le plafond du vestiaire où le travailleur s'est électrocuté. Ils interdisent aussi la remise sous tension de trois circuits électriques dont deux sont accessibles au travers de l'ouverture. Ces décisions sont consignées au rapport RAP1051161. Le 24 novembre 2015, ces deux décisions sont levées suivant la sécurisation des lieux par un maître électricien.

Par ailleurs, afin de contrôler et d'éliminer les dangers électriques auxquels les travailleurs de SDC peuvent être exposés lors du nettoyage de conduits, une décision est rendue le 26 novembre 2015 dans le rapport RAP9101161. Cette décision a pour objet d'interdire aux travailleurs de SDC de procéder au nettoyage des conduits de ventilation à l'intérieur desquels des composantes électriques, telles que des serpentins de chauffage, y sont installées. Cette décision s'applique jusqu'à la mise en place des mesures correctives exigées de l'employeur, à savoir :

- rédiger une procédure de cadenassage qui précise les mécanismes mis en place afin d'assurer que les travailleurs ne sont pas exposés à des pièces nues sous tension;
- former les travailleurs sur cette procédure de cadenassage.

De plus, le rapport RAP1011824, datant du 15 décembre 2015, contient trois dérogations adressées au Centre de transport Anjou de la STM. En lien avec ces dérogations, la STM doit rendre inaccessibles les éléments chauffants des serpentins de chauffage d'appoint. Elle doit aussi élaborer des fiches de cadenassage pour les serpentins de chauffage d'appoint et former les travailleurs concernés sur ces fiches.

*Le présent résumé n'a pas de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête, ni d'avis de correction ou de toute autre décision de l'inspecteur. Il constitue un aide-mémoire identifiant les éléments d'une situation dangereuse et les mesures correctives à apporter pour éviter la répétition de l'accident. Il peut également servir d'outil de diffusion dans votre milieu de travail.*

**SECTION 2****2 ORGANISATION DU TRAVAIL****2.1 Structure générale de l'établissement****2.1.1 Société de transport de Montréal**

La STM est une entreprise publique qui a comme mission d'assurer la mobilité de la population en offrant un réseau de transport collectif (autobus et métro) à travers la ville de Montréal. La STM possède entre autres huit centres de transport et un centre d'entretien majeur des autobus.

Le Centre de transport Anjou est situé au 8150, rue Larrey à Anjou. Le bâtiment a été construit en 1982. À cet endroit, il y a entre autres un stationnement intérieur pour les autobus ainsi que des ateliers pour la réparation et l'entretien des autobus. Sans compter les chauffeurs d'autobus, cet établissement compte environ 90 travailleurs syndiqués affiliés au Syndicat du transport de Montréal.

La STM a sélectionné l'entreprise SDC pour faire le nettoyage de ses conduits de ventilation. L'inspectrice des travaux de la STM coordonne les travaux avec l'assistant directeur de SDC.

Lors des travaux de nettoyage des conduits par des travailleurs de SDC, il est prévu que le cadenassage des unités de ventilation (chauffage et climatisation) soit fait au préalable par un travailleur de la STM. Ce travailleur relève du département d'air ambiant ou du département électrique.

**IMAGE RETIRÉE****Figure 1 : Organigramme partiel de la STM***(Source : STM)*

### 2.1.2 Service d'entretien Carlos inc.

2.1.3 SDC est une entreprise qui se spécialise notamment dans l'entretien ménager, le nettoyage après construction, l'enlèvement de graffitis et le nettoyage de conduits de ventilation. Les bureaux de l'entreprise sont situés au 8610, rue du Creusot à Saint-Léonard. Les travailleurs œuvrent principalement chez les clients. Le nombre de travailleurs varie en fonction des contrats en cours d'exécution. Ce chiffre varie approximativement entre [...] et [...] travailleurs, incluant les travailleurs de bureau. Les travailleurs de SDC ne sont pas syndiqués. L'entreprise est membre de l'Association sectorielle paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur de la construction (ASP Construction).

## IMAGE RETIRÉE

(Source : SDC)

**Figure 2 : Organigramme de SDC**

## 2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail au sein de l'entreprise SDC

### 2.2.1 Mécanismes de participation

SDC classifie ses travaux en deux catégories : les travaux de construction, par exemple le nettoyage des lieux après construction, et les travaux hors construction, par exemple le nettoyage de conduits de ventilation.

Pour certains contrats, à la demande du client, SDC met en place un comité de santé et de sécurité du travail pour la durée du contrat. Pour les contrats où SDC est le maître d'œuvre, un travailleur exerce les fonctions de représentant à la prévention.

Pour chaque lieu de travail, un travailleur est nommé chef d'équipe pour la durée de l'exécution du contrat. Tout comme les travailleurs, le chef d'équipe participe à l'exécution des tâches. Le chef d'équipe donne habituellement les instructions aux travailleurs sur les tâches à effectuer et les supervise. Le président s'occupe de la composition des équipes de travail. Pour certains contrats, un contremaître supervise par

intermittence les travailleurs afin de s'assurer qu'ils respectent les règles de sécurité et que leur travail répond aux normes de qualité de l'entreprise.

Lors du processus de soumission, un représentant de SDC analyse les plans des installations fournis par le client. Lorsqu'un nouveau contrat ou un contrat complexe est octroyé à SDC, le président et le chef d'équipe participent, la plupart du temps, à une réunion de démarrage chez le client. Il n'y a pas systématiquement de réunion de démarrage pour les contrats considérés simples ou pour ceux dont des travaux similaires ont été effectués antérieurement.

Les méthodes de travail employées pour nettoyer les conduits de ventilation sont similaires d'un lieu à l'autre. Par contre, les dangers présents et l'accessibilité des conduits à nettoyer varient. Afin de discuter des spécificités des contrats et des méthodes de travail à employer avant le début des travaux, le président tient généralement une réunion interne de démarrage avec les travailleurs.

### **2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité**

Au sein de l'entreprise, plusieurs documents qui concernent la santé et la sécurité du travail sont rédigés. Il y a notamment un plan d'action santé et sécurité spécifique à la tâche (PSSST) datant du 25 avril 2014. Ce document traite principalement de notions en lien avec la gestion de la santé et de la sécurité du travail et comprend des sections qui font référence aux espaces clos, à la décontamination du personnel et de l'équipement, ainsi qu'aux équipements de protection individuelle. Il y a également un tableau dans lequel différents risques à la santé et à la sécurité des travailleurs sont identifiés. Pour chacun des risques, une cause, un niveau de gravité et des mesures préventives sont associés.

De plus, des documents de formation sous format de présentation traitent de différents sujets tels que la protection contre les chutes et le travail en espace clos, la gestion des déchets et la manutention, l'élimination des moisissures dans les systèmes d'aération, le cadenassage et l'appareil de protection respiratoire. Ces documents abordent les sujets de façon générale et ne sont pas propres au nettoyage de conduits de ventilation.

Une procédure générale de cadenassage est en vigueur au sein de l'entreprise.

Habituellement, à moins d'avoir travaillé pour un compétiteur, les nouveaux travailleurs ne détiennent pas d'expérience ni de formation dans le domaine du nettoyage de conduits de ventilation. Lors de l'entrevue d'embauche, le président informe le candidat des principales tâches à accomplir, des conditions dans lesquelles les tâches sont accomplies et des dangers présents.

Le président forme les travailleurs dans les bureaux de l'entreprise tandis que le chef d'équipe les forme sur les lieux mêmes du travail. Le président se sert d'un conduit de ventilation, dédié à la formation, pour inculquer aux nouveaux travailleurs les bonnes pratiques à adopter lors du nettoyage de conduits.

Les travailleurs suivent différentes formations portant sur des sujets tels que le cadenassage, le travail en hauteur, les espaces clos, le SIMDUT, la protection respiratoire, la gestion et le contrôle des déchets, le contrôle des moisissures, les mesures de sécurité

en cas d'urgence et le PSSST. Un plan de cours est rédigé pour chacune de ces formations et un registre de formation est conservé au sein de l'entreprise.

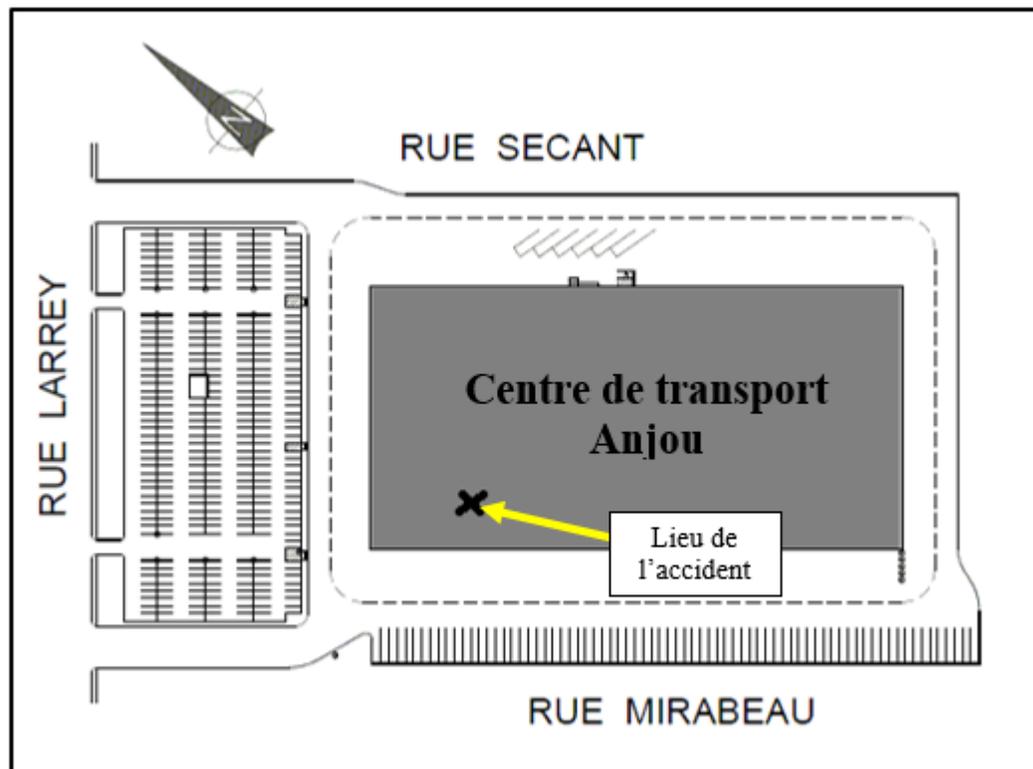
Dans le passé, l'entreprise a fait affaire avec des consultants externes pour donner à ses travailleurs certaines formations, notamment :

- une formation d'entrée en espace clos donnée par Le Groupe Gesfor Poirier, Pinchin inc. en 2012 et 2013;
- un essai d'ajustement qualitatif des appareils de protection respiratoires fait par Le Groupe Gesfor Poirier, Pinchin inc. en 2013;
- une formation intitulée : Obligations, loi et procédures relatives aux travaux en présence d'amiante, donnée par Le Groupe Gesfor Poirier, Pinchin inc. en 2010 et 2013;
- une formation sur l'utilisation sécuritaire des plates-formes élévatrices automotrices et des plates-formes automotrices à bras articulés donnée par Location d'outils Simplex en 2013 et 2014.

Il y a deux ans, lors du nettoyage de conduits de ventilation dans un collège situé à Victoriaville, le contremaître en formation, qui était un travailleur à l'époque, s'est électrisé lorsque le fouet mis au bout du tuyau d'air comprimé qu'il manipulait est venu en contact avec un serpentín de chauffage. Le président a été informé de la situation. Aucun rapport d'enquête d'incident n'a été rédigé et les mesures communiquées verbalement aux travailleurs, pour éviter qu'un tel accident se reproduise, ont été de faire attention et de ne pas trop s'approcher des serpentíns de chauffage lors du nettoyage.

**SECTION 3****3 DESCRIPTION DU TRAVAIL****3.1 Description du lieu de travail**

Le Centre de transport Anjou est situé au 8150, rue Larrey à Anjou. Le bâtiment comprend un stationnement intérieur dans lequel les autobus sont stationnés ainsi que des ateliers dans lesquels les autobus sont entretenus et réparés. Une cafétéria et des vestiaires sont mis à la disposition des travailleurs.



(Source : STM)

**Plan 1 : Croquis de l'établissement**

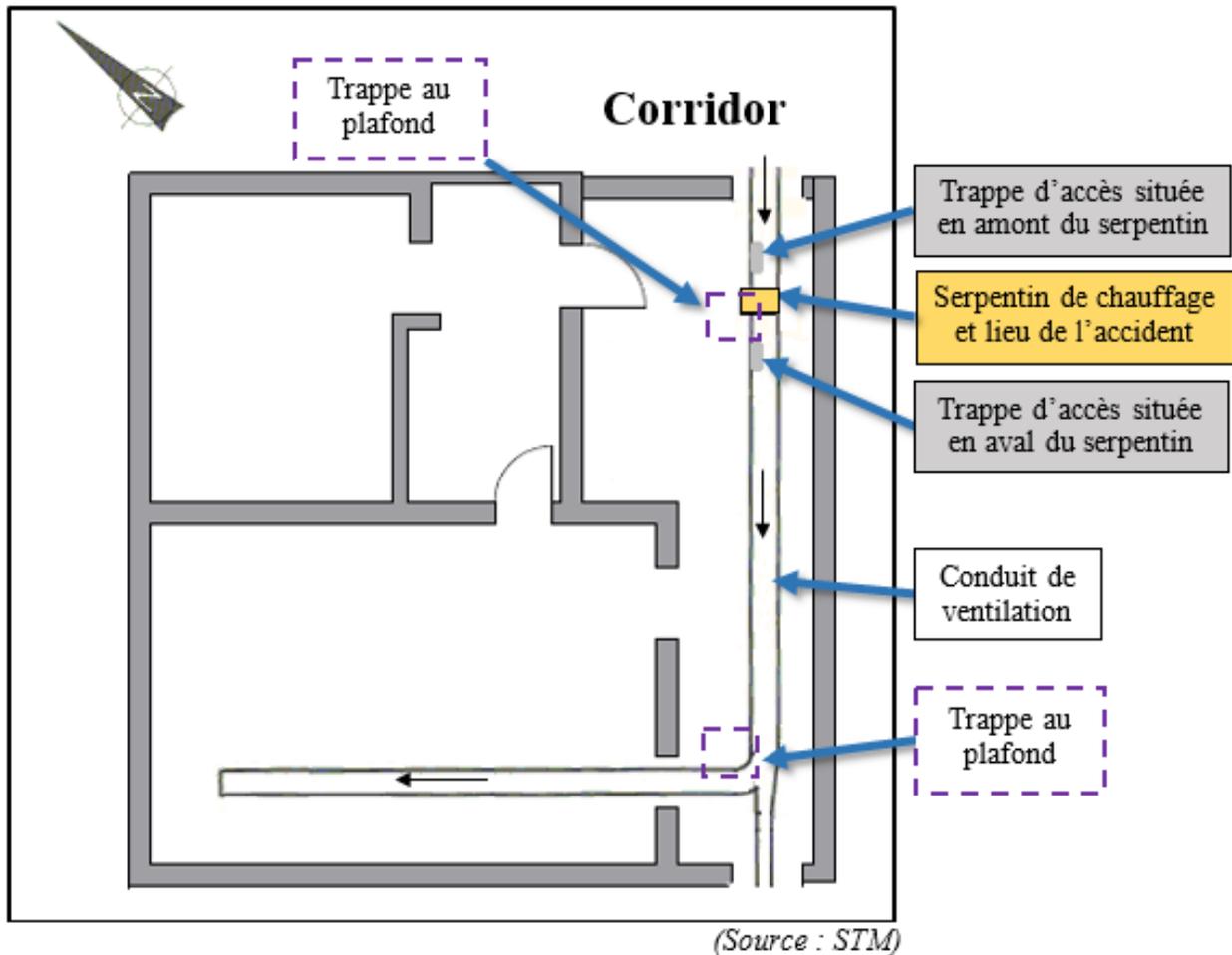
La ventilation, le chauffage et la climatisation du bâtiment sont assurés par une quinzaine de systèmes mécaniques. Les unités de climatisation sont localisées sur le toit tandis que les unités de chauffage sont situées à l'intérieur du bâtiment.

L'établissement est chauffé à l'aide d'unités de chauffage au gaz et d'une unité de chauffage électrique, l'unité AS-1. Dans le bâtiment, seuls les conduits reliés aux unités AS-1 et AD-10 comportent des serpentins de chauffage d'appoint. L'unité AS-1 comprend un seul serpentin de chauffage d'appoint tandis que l'unité AD-10 en comporte une vingtaine. Les serpentins de chauffage d'appoint, qui s'installent à l'intérieur de conduits de ventilation, servent à augmenter la température de l'air dans des locaux spécifiques et à maintenir une température suffisante pour le confort des usagers. Des thermostats sont reliés aux serpentins de chauffage pour établir la consigne de température. L'unité AS-1 est localisée sur une mezzanine, accessible par une

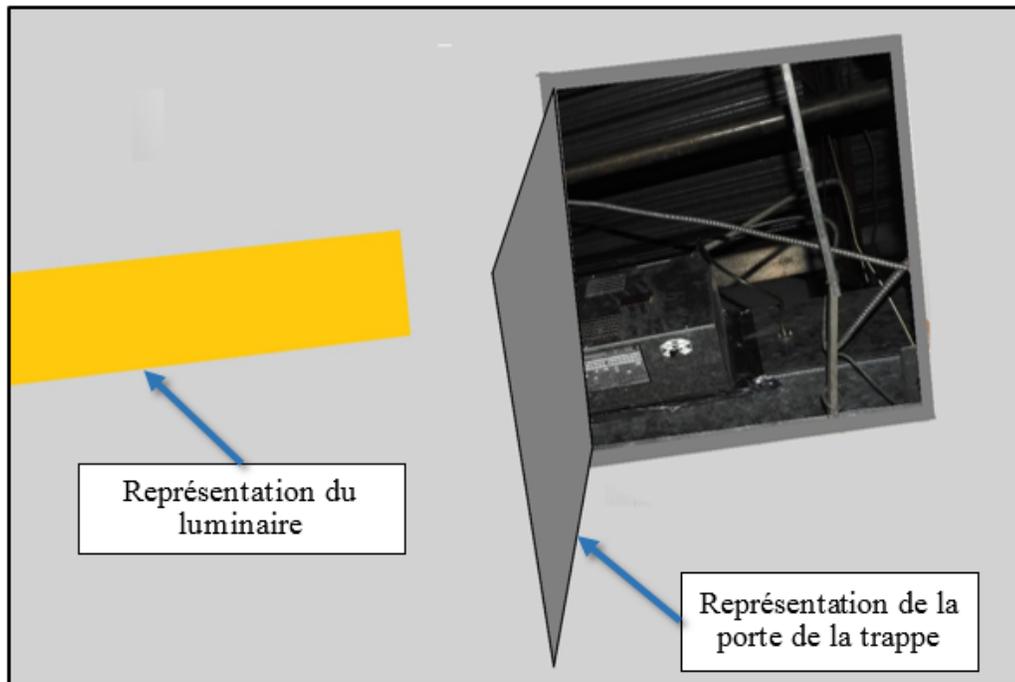
échelle fixe, située dans le stationnement intérieur. Deux unités se trouvent sur cette mezzanine, soit l'unité AS-1 et l'unité AG-10.

L'accident de M. [B] s'est produit dans le local VE0173 qui sert de vestiaire pour les hommes. Dans le plafond de ce vestiaire, il y a un conduit de ventilation en acier galvanisé de 30,5 cm X 40,6 cm (12 po X 16 po) qui est relié à l'unité AS-1. À l'intérieur du conduit est installé un serpentin de chauffage qui permet un apport supplémentaire de chaleur dans le vestiaire. Ce serpentin de chauffage d'appoint n'a pas la même source d'énergie électrique que l'unité AS-1.

À l'intérieur du vestiaire VE0173, le conduit de ventilation est accessible par l'ouverture d'une des deux trappes de 61 cm X 61 cm (24 po X 24 po) localisées dans le plafond à une hauteur d'environ 3 m. En accédant par la trappe au plafond située le plus près du corridor, le conduit se trouve à environ 23 cm (9 po) du plafond et le serpentin de chauffage d'appoint est localisé directement au-dessus de cette trappe. Le serpentin se trouve à l'intérieur du conduit et est accessible à partir de deux trappes d'accès, situées en amont et en aval. La dimension de ces trappes d'accès de forme ovale est d'environ de 30 cm X 15 cm (12 po X 6 po). La trappe d'accès située en amont se trouve à une distance d'environ 45 cm du serpentin.

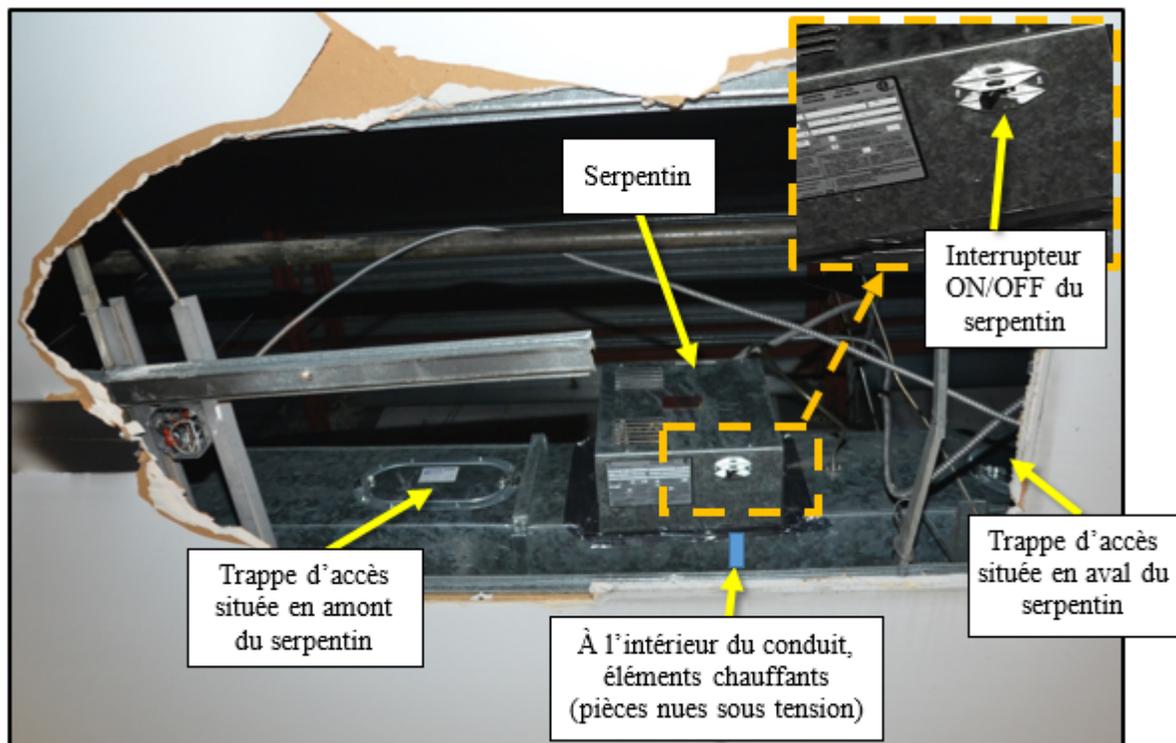


**Plan 2 : Croquis du vestiaire VE0173**



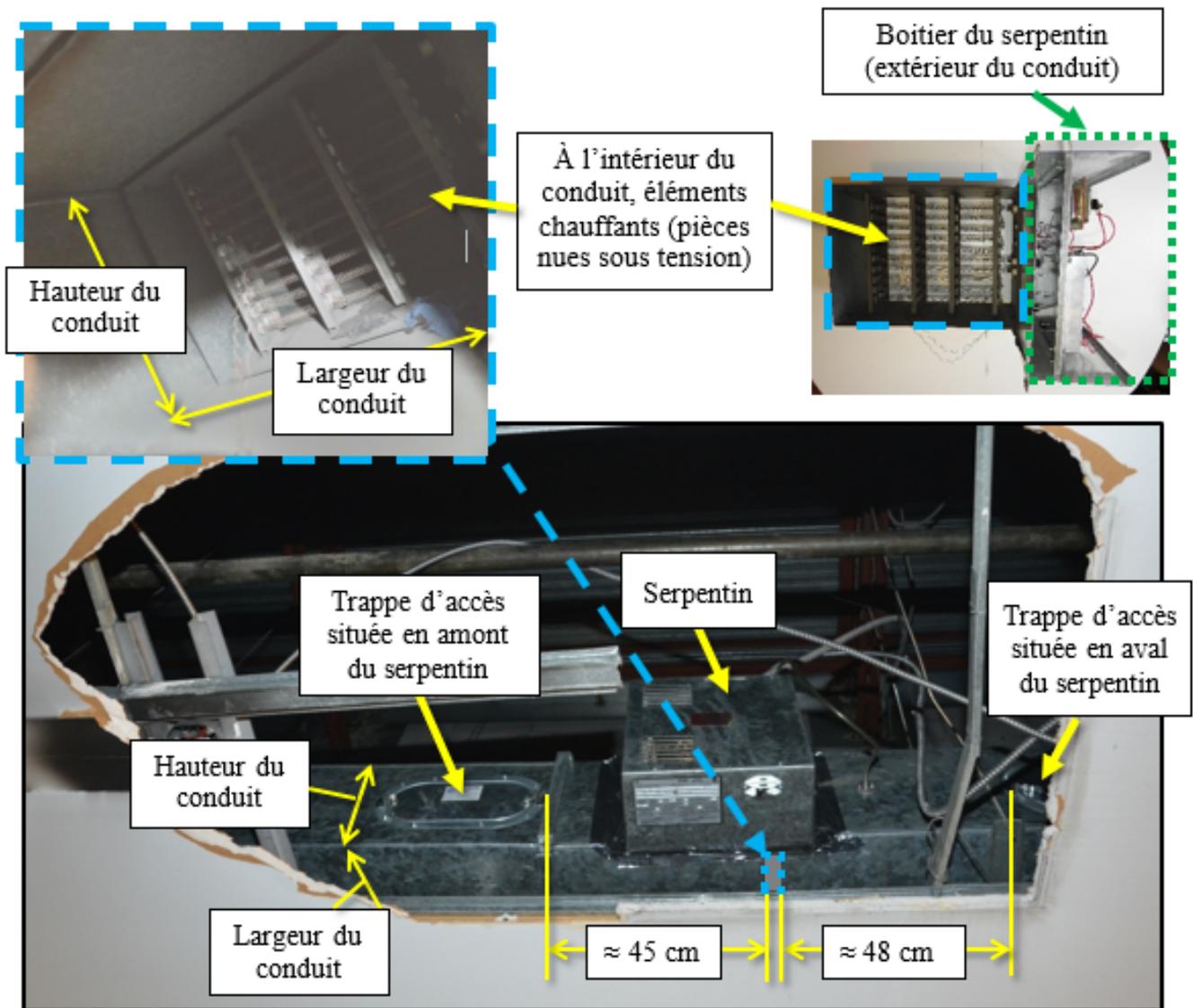
(Source : CNESST)

**Photo 2 : Trappe au plafond (avant l'accident)**



(Source : CNESST)

**Photo 3 : Trappe au plafond (après l'accident)**



(Source : CNESST)

**Photo 4 : Trappe au plafond (après l'accident)**

### 3.2 Description du travail à effectuer

Le 21 novembre 2015, de 8 h à 17 h, il est prévu qu'une équipe de quatre travailleurs de SDC nettoie les conduits de ventilation des unités AS-1, AG-10 et AG -20. L'équipe de travail est composée d'un [...], Monsieur [C] (ci-après nommé « [...] »), Monsieur [B] (ci-après nommé « [...] »), M. [D], (ci-après nommé « [...] ») et M. [E] (ci-après nommé « [...] »). Monsieur [F] (ci-après nommé « [...] ») est le [...] qui effectue la supervision des travaux. Le jour de l'accident, **Monsieur [B]** est chef d'équipe en formation et ses principales tâches consistent à nettoyer les conduits de ventilation. **Monsieur [B]** est formé par compagnonnage avec **Monsieur [C]**.

Afin de se préparer pour le nettoyage, les travailleurs prennent divers équipements entreposés dans le stationnement intérieur et les apportent aux endroits où ils seront utilisés. Les équipements comprennent notamment un collecteur de poussières, des tuyaux pour l'air comprimé, des escabeaux et des plates-formes de levage. L'escabeau en fibre de verre utilisé lors de l'accident est de marque Featherlite et est d'une hauteur de 213 cm (7 pieds).

Le cadenassage des unités de ventilation fait aussi partie de la préparation des travaux. Il est prévu qu'une fois qu'un travailleur de la STM a cadenassé les unités, le chef d'équipe de SDC les cadenasse à son tour. Les unités alimentées en électricité appartiennent au département d'électricité de la STM et sont cadenassées par un électricien de ce département. Les unités alimentées en gaz appartiennent au département d'air ambiant de la STM et sont cadenassées par un réparateur d'appareils centraux et thermiques (RACTM) de ce département. Les unités de chauffage AG-10 et AG-20 sont alimentées en gaz tandis que l'unité AS-1 est alimentée en électricité.

Au début de la journée, **Monsieur [C]** fait le repérage des conduits à nettoyer et répartit les tâches à réaliser aux travailleurs, telles que le retrait et le nettoyage des diffuseurs d'air et l'obturation des sorties d'air. Au cours du repérage, les trappes au plafond sont ouvertes afin de localiser les conduits et les composantes du système. Au fur et à mesure qu'un serpentín de chauffage d'appoint est repéré, **Monsieur [C]** met son interrupteur à la position « OFF » afin d'ouvrir le circuit électrique et d'ainsi mettre le serpentín hors tension. Il est connu par **Monsieur [C]** qu'un serpentín de chauffage d'appoint n'a pas généralement la même source d'énergie électrique que l'unité de ventilation.

Le travailleur assigné comme travailleur au sol relie à un conduit le collecteur de poussières afin d'aspirer les poussières et les débris efficacement lors du nettoyage.

Lorsque la préparation des travaux est terminée, le nettoyage de conduits débute. Dans le cadre du contrat avec la STM, il est convenu que les travailleurs de la STM nettoient l'unité de ventilation, alors que les travailleurs de SDC nettoient les conduits de ventilation ainsi que les serpentíns de chauffage d'appoint. Le nettoyage des conduits se fait dans le sens normal de l'écoulement de l'air. Un fouet servant à déloger les poussières est installé au bout du tuyau d'air comprimé et est introduit à l'intérieur du conduit par une trappe d'accès ou toute autre ouverture. Le tuyau à air comprimé est branché au compresseur de la STM situé dans l'atelier. Les conduits sont nettoyés à partir de l'unité de ventilation en déplaçant les poussières et les débris vers le collecteur de poussières.

Le nettoyage des conduits se fait section par section. Préalablement au nettoyage d'une section, le travailleur ouvre une trappe d'accès du conduit et y introduit sa main afin de prendre des photos de l'intérieur. La section est ensuite nettoyée. Des photos sont prises à nouveau et le travailleur les regarde pour s'assurer que le conduit est propre. Si le conduit est propre, il entame la section suivante. Sinon, il doit recommencer le nettoyage de la section. Lorsque des débris sont constatés sur un serpentín de chauffage d'appoint, de l'air comprimé y est soufflé jusqu'à ce que les débris soient délogés.

Les photos prises sont par la suite transmises au client pour démontrer que le nettoyage a été effectué correctement. Lorsque le nettoyage est terminé, les trappes d'accès du conduit sont remises en place, les interrupteurs des serpentíns de chauffage d'appoint sont mis en position « ON » et les trappes au plafond ainsi que les diffuseurs d'air sont réinstallés. Le collecteur de poussières est débranché et tous les équipements et matériaux utilisés par SDC sont rangés.

**Monsieur [C]** de SDC retire son cadenas de la source d'énergie de chacune des unités de ventilation. Ensuite, le travailleur de la STM désigné est contacté pour décadénasser et pour redémarrer les unités de ventilation.

**SECTION 4****4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE****4.1 Chronologie de l'accident**Les jours avant l'accident

Le 19 novembre 2015, **Monsieur [G]** de SDC envoie un courriel à **Madame [M]** de la STM indiquant que le nettoyage des unités AS-1, AG-10 et AG-20 est planifié pour le 21 novembre 2015. **Madame [M]** transfère ensuite le courriel à **Monsieur [O]** qui le transfère à son tour à **Monsieur [N]**. Par messagerie texte, **Monsieur [N]** de la STM informe le RACTM, qui sera responsable du cadenassage des unités le 21 novembre 2015, que les unités AG-10 et AG-20 devront être cadenassées.

Le 21 novembre 2015, le jour de l'accident

Vers 7 h 45, le RACTM constate que la poignée du sectionneur de l'unité AG-10 est endommagée. Il remplace alors la poignée et cadenasse ensuite l'unité AG-10. Aussi, il constate que la porte de l'atelier donnant accès à l'unité AG-20 est verrouillée. Il lui est impossible de se procurer la clef.

Vers 8 h, **Monsieur [D]**, **Monsieur [E]** et **Monsieur [B]** se rencontrent dans le stationnement intérieur du Centre de transport Anjou, à l'endroit où le matériel est entreposé.

Vers 8 h 15, **Monsieur [C]** de SDC arrive sur les lieux. Il se rend à la salle de toilettes et il y rencontre le RACTM. Le RACTM mentionne à **Monsieur [C]** qu'il n'est pas en mesure de cadenasser l'unité AG-20 et que la journée de travail des travailleurs de SDC sera ainsi écourtée. Le RACTM quitte les lieux après cette rencontre.

Par la suite, le chef d'équipe rejoint les trois travailleurs de SDC. En présence du chef d'équipe, le travailleur accidenté cadenasse l'unité AS-1.

Vers 8 h 30, les travailleurs de SDC préparent les équipements, le matériel et les accès aux conduits de ventilation en vue du nettoyage des conduits des unités AG-10 et AS-1. Au cours de cette préparation, accompagné par **Monsieur [B]**, **Monsieur [C]** fait le repérage des conduits de ventilation de l'unité AS-1. Il constate la présence d'un serpentin de chauffage d'appoint dans le conduit de ventilation situé dans le vestiaire VE0173. **Monsieur [B]** voit un tel serpentin pour la première fois. **Monsieur [C]** informe **Monsieur [B]** de la présence de ce serpentin, du danger d'électrocution qui y est associé et de l'importance de mettre l'interrupteur du serpentin en position « OFF ». **Monsieur [B]** monte ensuite dans un escabeau pour mettre en position « OFF » l'interrupteur du serpentin. Par la suite, le chef d'équipe monte dans l'escabeau et constate que l'interrupteur du serpentin est bien en position « OFF ».

Lorsque la préparation du travail est terminée, **Monsieur [B]** et **Monsieur [D]** procèdent au nettoyage des conduits de l'unité AS-1. **Monsieur [D]** est au sol et assiste **Monsieur [B]** qui est responsable du nettoyage des conduits et de la prise de photos. Pendant ce temps, **Monsieur [E]** effectue différentes tâches sous la supervision de **Monsieur [C]**.

Les quatre travailleurs dînent vers 12 h et se remettent au travail vers 13 h. Tout au long des travaux, le travailleur accidenté prend des photos avant et après le nettoyage.

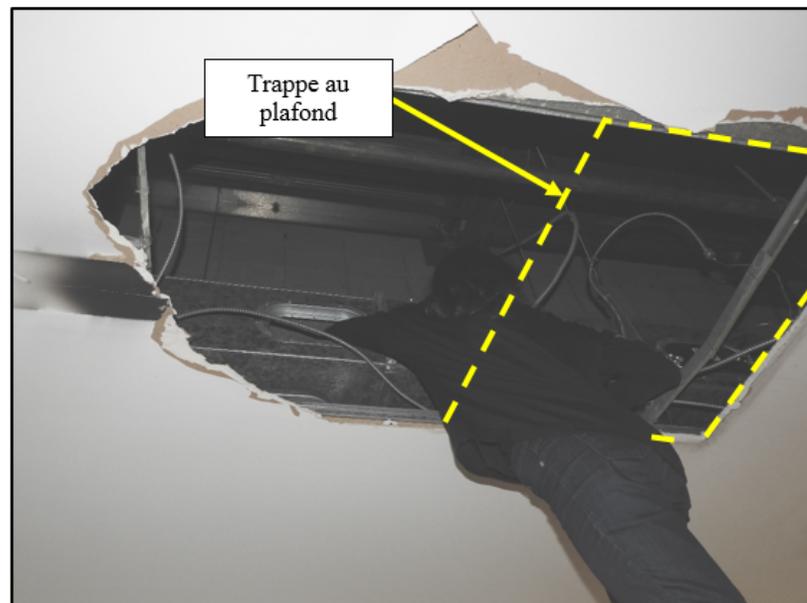
Après avoir procédé au nettoyage de la section de conduits de l'unité AS-1, située à proximité du serpentin de chauffage d'appoint, **Monsieur [B]** prend une photo du serpentin à 14 h 58 et une autre à 15 h 03. Pour ce faire, **Monsieur [B]** introduit sa main et sa caméra dans le conduit de ventilation par la trappe d'accès située en aval du serpentin. Entre la prise des deux photos, des travaux de nettoyage à l'air comprimé sont effectués à proximité du serpentin.

Le serpentin de chauffage d'appoint a été remis sous tension (interrupteur en position « ON ») par un travailleur de SDC lorsque **Monsieur [B]** a finalisé le nettoyage de l'ensemble des conduits de l'unité AS-1 ou lorsque **Monsieur [B]** a finalisé le nettoyage de la section du conduit située près du serpentin.

Vers 15 h 30, **Monsieur [F]** arrive sur les lieux alors que les travaux de nettoyage sont terminés et que les travailleurs s'affairent à ranger les équipements.

Vers 15 h 50, **Monsieur [F]** prend la caméra et regarde les photos prises par **Monsieur [B]**. En regardant les photos, il constate la présence de débris sur le serpentin de chauffage d'appoint et en informe **Monsieur [B]**. **Monsieur [B]** monte dans l'escabeau, alors que **Monsieur [F]** maintient l'escabeau. **Monsieur [B]** introduit le haut de son corps dans la trappe au plafond.

À 15 h 53, monté sur la plate-forme ou sur la dernière marche de l'escabeau, **Monsieur [B]** introduit sa main gauche et la caméra dans le conduit par la trappe d'accès situé en amont du serpentin de chauffage d'appoint et le prend en photo. Du haut de l'escabeau, il regarde la photo et constate qu'il y a des débris sur le serpentin. Pour retirer ces débris, il introduit sa main et son avant-bras gauches dans le conduit par la trappe d'accès et tente de les retirer à l'aveuglette, puisqu'il lui est impossible de voir l'intérieur du conduit.



(Source : CNESST)

**Photo 5 : Simulation réalisée avec une personne de la même grandeur que Monsieur [B]**

Sa main entre alors en contact avec des éléments chauffants du serpentin sous tension, tandis qu'une partie de son corps est en contact avec le conduit métallique de ventilation mis à la terre. Les autres travailleurs qui s'affairent à ranger les équipements et à ramasser le matériel entendent un cri et viennent au secours de la victime.

## 4.2 Constatations et informations recueillies

### 4.2.1 Contrat entre la STM et SDC

Le 19 février 2015, la STM lance un appel d'offres pour le nettoyage de conduits de ventilation dans plusieurs de ses établissements, pour les années 2015 à 2017. Comme conditions d'admissibilité pour soumissionner, le soumissionnaire doit entre autres posséder la licence 15.8 d'entrepreneur en ventilation qui est émise par la Régie du bâtiment du Québec et doit être accrédité par la National Air Duct Cleaners Association (NADCA). Selon l'appel d'offres, l'entreprise sélectionnée devra fournir des rapports sur l'avancement des travaux et réaliser des photos de l'état d'encrassement des systèmes de ventilation avant et après les travaux.

Le 12 mars 2015, SDC dépose une soumission en lien avec cet appel d'offres. Le 12 mai 2015, la STM confirme à SDC l'adjudication du contrat. Le contrat entre la STM et SDC, qui a pour titre *Programme de nettoyage des systèmes de ventilation 2015-2017 de la STM*, est en vigueur jusqu'au 31 décembre 2015. Le contrat est accompagné de deux options d'un an chacune permettant à la STM de le renouveler une année à la fois.

Un des mandats du contrat consiste au nettoyage des conduits de ventilation du Centre de transport Anjou, mandat qui doit être effectué en 2015 dans un délai maximal de 8 semaines.

Au point 1.4.2 du contrat, il est écrit : « *l'entrepreneur doit démontrer que les travaux de nettoyage seront exécutés par ses propres employés et non confiés à des sous-traitants. Il doit avoir à son emploi une main-d'œuvre qualifiée possédant un minimum de trois années d'expérience dans le nettoyage des systèmes de ventilation de type commercial et industriel.* »

Au point 3.1.5 du contrat, il est indiqué que « *l'entrepreneur doit désalimenter tous les serpentins électriques et autres composantes électriques et y apposer son cadenas avant de débiter les travaux.* »

Au point 3.4 du contrat, il est indiqué que le nettoyage des serpentins électriques faisant partie intégrante de l'unité de ventilation ne fait pas partie du contrat. On décrit à cette section comment doit s'effectuer le nettoyage des serpentins de chauffage d'appoint. On doit d'abord couper et cadenasser l'alimentation électrique du serpentin avant de procéder au nettoyage. Ensuite, les saletés de surface doivent être enlevées à l'aide d'une brosse reliée à un aspirateur industriel. Un jet d'air comprimé doit être utilisé pour déloger les saletés résistantes à l'aspirateur.

### 4.2.2 Coordination entre la STM et SDC

Une rencontre de démarrage des travaux a eu lieu le 26 octobre 2015 au Centre de transport Anjou entre les représentants de la STM et de SDC. Cette rencontre vise

notamment à établir où seront entreposés les équipements de SDC pendant la durée des travaux.

Une seconde rencontre a eu lieu le 30 octobre 2015 entre les représentants de la STM et de SDC. Un des sujets discutés lors de cette rencontre est la coordination du cadenassage. Il y est établi qu'un travailleur de la STM cadenassera d'abord les unités de ventilation et qu'un travailleur de SDC apposera son cadenas ensuite. Le cadenassage des serpentins de chauffage d'appoint n'a pas été discuté lors de cette rencontre.

#### 4.2.3 Procédure de cadenassage de la STM et de SDC

La STM possède une procédure de cadenassage intitulée *Modalités de cadenassage et d'étiquetage* qui a été révisée le 20 février 2012. Cette procédure a pour objet le cadenassage et l'étiquetage des équipements afin de s'assurer qu'il soit impossible de les mettre en fonction, par inadvertance, lors des travaux d'entretien, de réparation ou lors de défauts. Cette procédure ne fait pas référence à des travaux effectués par des sous-traitants. Cependant, il y est mentionné que la procédure s'applique lorsqu'un responsable de chantier effectue le cadenassage des équipements afin d'assurer la sécurité du personnel présent sur le chantier. La première étape de la procédure est d'identifier toutes les sources d'énergie des systèmes sur lesquels les travaux doivent être effectués. La dernière étape avant d'effectuer le travail est de s'assurer que les sources d'alimentation d'énergie sont bien coupées en actionnant le mécanisme de démarrage de l'équipement. De plus, la procédure prévoit la mise en place d'une étiquette d'identification lors du cadenassage.

SDC possède une procédure de cadenassage. Cette procédure a comme objectif d'éliminer tout démarrage accidentel d'un système hydraulique, pneumatique, mécanique ou électrique sur les installations du client. Selon cette procédure, le contremaître de SDC doit être le premier à apposer son cadenas, avant que les travailleurs apposent les leurs. Cette procédure n'identifie pas les sources d'énergie à cadenasser et ne fait pas référence à l'essai de démarrage pour s'assurer que la bonne source d'énergie a été cadenassée.

Les procédures de la STM et de SDC ne contiennent pas d'information spécifique sur la coordination du cadenassage entre le client et le sous-traitant.

Lors de travaux de nettoyage de conduits faits par un sous-traitant, la pratique veut que les unités de ventilation appartenant au département d'air ambiant soient cadenassées par un travailleur de la STM. Il incombe au sous-traitant de mettre hors tension les serpentins de chauffage d'appoint (interrupteurs à la position « OFF ») au fur et à mesure qu'il progresse dans son nettoyage.

Préalablement à l'exécution de travaux sur des équipements appartenant au département électrique, **Monsieur [K]** et **Monsieur [L]** de la STM procèdent généralement à une analyse des travaux afin de déterminer les besoins en lien avec le cadenassage. Cependant, en raison d'un problème de communication, **Monsieur [K]** de la STM n'a pas été informé des travaux de nettoyage de l'unité AS-1 prévus le 21 novembre 2015. Une analyse des travaux n'a donc pas été effectuée, et la STM n'a pas cadenassé l'unité AS-1 ni le serpentins de chauffage d'appoint. Ce jour-là, seul **Monsieur [B]** a cadenassé l'unité AS-1 et personne n'a cadenassé le serpentins de chauffage d'appoint.

#### 4.2.4 Serpentin de chauffage d'appoint

Le serpentin de chauffage d'appoint de 8 kilowatts (kW) impliqué dans l'accident a été fabriqué par la compagnie PM Wright. Le serpentin a été installé vers le 17 novembre 1999 par l'entreprise Chauffage Vallée et fils inc., aujourd'hui nommée Climatisation Vallée et fils inc.

Ce serpentin est alimenté en triphasé sous une tension nominale de 600 V. Les trois éléments chauffants sont raccordés en étoile. Ce serpentin est contrôlé par un thermostat situé dans le vestiaire.

Le fait d'être raccordé en étoile signifie la présence d'une tension de 347 V aux bornes du serpentin (entre le serpentin et le neutre mis à la terre). Le serpentin est commandé par un contacteur bipolaire qui réagit à un flux d'air. Lorsqu'il y a absence de flux d'air dans le conduit, le contacteur bipolaire de commande provoque la mise hors tension de deux des trois phases, rendant le serpentin de chauffage inopérant.

L'interrupteur situé sur le boîtier du serpentin permet la mise hors tension du serpentin (l'ouverture simultanée des trois phases alimentant le serpentin). La position de l'interrupteur est indiquée par le marquage « ON » et « OFF ».

Ce serpentin apparaît dans les plans électriques du Centre de transport Anjou. Sur le boîtier du serpentin sont identifiés, par un code alphanumérique, le panneau électrique et le disjoncteur qui alimentent le serpentin. Il n'y a pas d'entretien régulier (maintenance préventive) effectué par la STM pour ce type d'équipement.

#### 4.2.5 Formation et expérience du travailleur accidenté

[...]. [...].

Avant son embauche par SDC, **Monsieur [B]** n'avait pas d'expérience dans le domaine du nettoyage de conduits de ventilation. [...]. [...]

Sa première journée de travail pour SDC est le [...] alors qu'il accompagne **Monsieur [A]** pour la réunion de démarrage au Centre de transport Anjou de la STM. Il assiste également à la seconde rencontre préalable aux travaux qui a lieu le 30 octobre 2015. Les 27 et 28 octobre 2015, il est formé par **Monsieur [A]**, dans les bureaux de SDC. Cette formation consiste à apprendre comment s'effectue le nettoyage de conduits de ventilation, les équipements utilisés, l'identification des risques à la santé et à la sécurité et les méthodes de travail, incluant la procédure de cadenassage. **Monsieur [B]** travaille au nettoyage de conduits de ventilation au Centre de transport Anjou du 2 novembre 2015 jusqu'au jour de l'accident.

#### 4.2.6 Lois, règlements et normes

Selon la *Loi sur la santé et la sécurité du travail (S-2.1) (LSST)* :

**51.** L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment :  
(...)

3° s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur; (...)

9° informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié.

**Selon le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (S-2.1, r. 13) (RSST)* :**

**185. Cadenassage :** Avant d'entreprendre tout travail de maintenance, de réparation ou de déblocage dans la zone dangereuse d'une machine, les mesures de sécurité suivantes doivent être prises, sous réserve des dispositions de l'article 186 :

1° la mise en position d'arrêt du dispositif de commande de la machine;

2° l'arrêt complet de la machine;

3° le cadenassage, par chaque personne exposée au danger, de toutes les sources d'énergie de la machine, de manière à éviter toute mise en marche accidentelle de la machine pendant la durée des travaux.

➤ Au moment de l'accident, le RSST ne donnait pas de balise au sujet de la coordination du cadenassage entre la personne en autorité sur les lieux de travail et le sous-traitant. Cependant, des modifications réglementaires, en vigueur depuis le 13 janvier 2016, ont été apportées dans ce Règlement. Ces modifications visent les exigences en matière de cadenassage et les autres méthodes de contrôle des énergies.

**Selon la norme *CSA Z460-05, Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes*:**

Les définitions suivantes apparaissent dans la norme :

- Personne autorisée — personne assignée à la maîtrise des énergies dangereuses en raison de ses connaissances, de sa formation et de son expérience.
- Principale personne autorisée — personne autorisée ayant été désignée pour réaliser (superviser) un cadenassage de groupe et qui est responsable des autres personnes autorisées à pénétrer dans la zone dangereuse entourant une machine ou un système énergétique dangereux.

## 4 Responsabilités

### 4.3 Personnes autorisées

Il incombe aux personnes autorisées de procéder aux activités de maîtrise des énergies dangereuses conformément au programme, aux procédures et à la formation qui ont été mis à leur disposition par l'utilisateur.

#### 7.3.2.2 Procédures de maîtrise des énergies dangereuses

##### 7.3.2.2.1

L'un des éléments importants de tout programme de maîtrise des énergies dangereuses est l'élaboration des procédures de cadenassage et de la formation qui y est associée. Pour chaque machine, pièce d'équipement ou processus particulier, on doit élaborer et documenter des procédures de cadenassage détaillées aux fins de maîtrise des énergies dangereuses dans le cadre de toutes les activités de réparation et d'entretien. Ces procédures de cadenassage doivent être affichées ou mises de quelque autre façon à la disposition des personnes autorisées aux fins de revue et d'utilisation.

**Note :** Les figures D.2 et D.3 présentent des exemples de procédures de maîtrise des énergies dangereuses visant des machines. L'annexe E montre des exemples d'écriteaux de cadenassage.

#### 7.3.2.3 Éléments des procédures de cadenassage

Les procédures de cadenassage doivent énoncer clairement les exigences relatives à l'isolement adéquat d'une machine, d'un équipement ou d'un processus. Les procédures de cadenassage doivent comprendre les éléments suivants :

- a) le nom de la machine, de l'équipement ou du processus;
- b) la liste de tous les dispositifs d'isolement des sources d'énergie nécessaires et leur emplacement;
- c) la description étape par étape des procédures d'arrêt, d'isolement, de blocage, de protection et de dégagement de l'énergie accumulée ou résiduelle;
- d) la description étape par étape des procédures de mise en place et de retrait des dispositifs de cadenassage;
- e) les exigences de vérification relatives à l'isolement et à la coupure d'alimentation; et
- f) les exigences de vérification relatives à l'évacuation de tous les employés du ou des lieux de travail de même qu'à l'inspection des machines, des équipements et des processus en vue de s'assurer qu'ils sont prêts à être remis en service.

#### 7.3.3.8 Installation des dispositifs de cadenassage

Des dispositifs de cadenassage doivent être apposés sur chaque dispositif d'isolement des sources d'énergie par des personnes autorisées et de manière à s'assurer que le ou les dispositifs d'isolement des sources d'énergie demeurent en position sécuritaire ou fermée.

Lorsque seuls des cadenas sont utilisés, on doit, à tout le moins, y inscrire directement le nom du travailleur ou y apposer directement un autre moyen d'identification. De plus, ces cadenas devraient afficher d'une quelconque façon la date et la raison du cadenassage.

L'installation d'un dispositif de cadenassage ne doit pas en elle-même créer un phénomène dangereux pour le personnel concerné.

### **7.3.6 Personnel d'un service externe ou d'un entrepreneur**

#### **7.3.6.1 Détermination de la relation, des responsabilités et des obligations**

L'utilisateur hôte de même que l'entrepreneur ou le service externe doivent désigner un représentant chacun. Ces représentants seront chargés de déterminer le type de relation entretenue ainsi que les responsabilités et les obligations de chaque partie relativement à la maîtrise des énergies dangereuses avant que l'entrepreneur ou le service externe n'entreprenne la réalisation des travaux ou la prestation des services.

#### **7.3.6.2 Appréciation des phénomènes dangereux**

L'utilisateur hôte doit informer le représentant désigné de l'entrepreneur ou du service externe de tout phénomène dangereux spécial ou particulier associé aux machines, aux équipements ou aux processus auquel le personnel de l'entrepreneur ou du service externe pourrait être exposé.

#### **7.3.6.3 Coordination des programmes**

Tous les programmes de l'entrepreneur ou du service externe doivent être coordonnés avec le programme de maîtrise des énergies dangereuses de l'utilisateur hôte lorsque les tâches associées aux travaux doivent être intégrées. Les mesures de protection de toutes les personnes risquant d'être exposées à des énergies dangereuses au sein de l'établissement doivent être établies conjointement par les parties, comprises de celles-ci et communiquées.

*Note : Bien qu'ils puissent être similaires, les programmes des entrepreneurs peuvent varier au chapitre de la forme (p. ex., en ce qui concerne les pratiques ou la quincaillerie). De manière à éviter toute confusion relativement aux cadenassages effectués par un entrepreneur ou à les différencier clairement et à les normaliser, l'établissement de l'utilisateur hôte peut fournir des cadenas et des étiquettes coordonnés avec le système de cadenas et d'étiquettes du site. La communication constitue un élément essentiel de tout programme de maîtrise des énergies dangereuses et il importe d'identifier clairement les cadenas et les étiquettes et d'en attribuer la responsabilité.*

#### **7.3.6.4 Communications**

Avant et pendant la réalisation des travaux, l'utilisateur hôte et l'entrepreneur ou le service externe doivent se tenir mutuellement informés de toutes les activités ou situations qui risquent de nuire à la maîtrise des énergies dangereuses ou au fonctionnement normal des machines, des équipements ou des processus.

### **Selon la norme CSA Z462-15, Sécurité en matière d'électricité au travail :**

Voici une définition qui apparaît dans la norme :

**Personne qualifiée (travailleur)** – personne ayant démontré des compétences et des connaissances adéquates relativement à la conception et à l'exploitation d'appareillages et d'installations électriques, et ayant reçu une formation en sécurité afin d'identifier et d'éviter les dangers dans ce domaine.

#### **4.1.8.1 Instruments et appareillage d'essai**

##### **4.1.8.1.1 Essai**

Seules les personnes qualifiées doivent effectuer des tâches comme les mises à l'essai, le dépannage, la mesure de la tension, etc., soit dans le périmètre d'accès limité soit dans le périmètre d'éclats d'arcs des conducteurs ou autres éléments de circuit sous tension fonctionnant à 50 V ou plus, ou en présence d'un danger électrique.

#### **4.2.1 Éléments de contrôle d'une situation de travail sans danger électrique**

Une situation de travail sans danger électrique doit être obtenue conformément aux procédures prescrites à l'article 4.2.2, et vérifiée selon le processus suivant :

- a) Déterminer toutes les sources possibles d'alimentation électrique de l'appareillage en cause. Consulter les dessins et schémas pertinents à jour ainsi que les étiquettes d'identification.
- b) Après avoir coupé correctement le courant de charge, ouvrir le ou les dispositifs de sectionnement pour chaque source.
- c) Dans toute la mesure du possible, s'assurer visuellement que toutes les lames des dispositifs de sectionnement sont en ouverture totale ou que les disjoncteurs de type débrochable sont retirés à la position de débranchement complet.
- d) Poser les dispositifs de cadenassage conformément à une politique documentée et bien établie.
- e) Utiliser un instrument d'essai dimensionné de façon adéquate pour mettre à l'essai chaque conducteur de phase ou élément de circuit afin de s'assurer qu'il est mis hors tension. Mettre à l'essai chaque conducteur de phase ou élément de circuit, de phase à phase et entre phase et terre. Avant et après chaque essai, vérifier une source de tension connue pour s'assurer que l'instrument d'essai fonctionne de façon satisfaisante.

**Note :** La CAN/CSA-C22.2 n° 61010-1 énonce les exigences de valeurs nominales et de conception pour les instruments d'essai et de mesure de tension destinés à des réseaux électriques fonctionnant à 1000 V ou moins.

- f) Si une possibilité de tensions induites ou d'énergie électrique emmagasinée existe, mettre à la terre les conducteurs de phase ou les éléments de circuit avant d'y toucher. Si l'on peut prévoir raisonnablement que les conducteurs ou autres éléments de circuit mis hors tension pourraient venir en contact avec d'autres conducteurs ou éléments de circuit sous tension à découvert, utiliser des dispositifs de mise à la terre dimensionnés en fonction du courant de défaut disponible.

##### **4.2.2.4.5 Coordination**

Les exigences de coordination suivantes doivent s'appliquer :

- a) La procédure de cadenassage électrique établie doit être coordonnée avec toutes les autres procédures de l'employeur visant à maîtriser l'exposition aux sources d'énergie

électrique de manière que toutes les exigences de procédure de l'employeur soient respectées adéquatement sur un même site.

b) La procédure visant à prévenir l'exposition aux dangers électriques doit être coordonnée avec les autres procédures de maîtrise des autres sources d'énergie dangereuse de façon qu'elles soient basées sur des concepts semblables ou identiques.

c) Les procédures de cadenassage électrique doivent comprendre des essais de tension s'il y a possibilité d'exposition directe à des dangers électriques.

d) Les dispositifs de cadenassage électrique peuvent être semblables aux dispositifs de cadenassage visant la maîtrise d'autres sources d'énergie dangereuse, p. ex., pneumatique, hydraulique, thermique ou mécanique, pourvu que ces dispositifs soient utilisés uniquement pour la maîtrise d'une énergie dangereuse.

**Selon la norme CSA C22.2 no 155:M1986 (Confirmée 2013), Chauffe-conduit électrique :**

#### **4.1.8 Accès aux unités de chauffe**

##### **4.1.8.1**

Si l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel elles sont montées ou si elles sont destinées à être installées à moins de 1 m de la bouche d'air chaud, elles doivent être munies d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu ou une substance combustible et

- a) les éléments chauffants;
- b) les pièces nues sous tension; et
- c) les pièces des unités de chauffe (p. ex., gaines, supports d'éléments chauffants) dont la température superficielle dépasse 280 °C.

##### **4.1.8.7**

Dans le cas des unités de chauffe destinées à être installées à au moins 1 m de toute ouverture accessible dans le conduit et qui portent un marquage conforme à l'article 5.13, il n'est pas nécessaire de respecter les exigences relatives aux écrans de l'article 4.1.8.1.

#### **5.13**

Ce chauffe-conduit doit porter l'inscription suivante ou un libellé équivalent :

ATTENTION : CE CHAUFFE-CONDUIT DOIT ÊTRE INSTALLÉ DE FAÇON QU'UN ESPACE D'AU MOINS UN MÈTRE SOIT MAINTENU ENTRE LE CHAUFFE-CONDUIT ET TOUTE OUVERTURE ACCESSIBLE DANS LE CONDUIT.

CAUTION : THIS DUCT HEATER SHALL BE INSTALLED SUCH THAT A MINIMUM SPACE OF ONE METER IS PROVIDED AND MAINTAINED BETWEEN THE HEATER AND ANY ACCESSIBLE OPENING OF THE DUCT.

- Il est à noter que les articles 4.18.7 et 5.13 ont été ajoutés dans la mise à jour de cette norme en 2008. Tandis que l'article 4.1.8.1 a été modifié en 2008, puisque la version précédente datant de 1986 était citée comme suit :

**4.1.8.1**

Si l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel elles sont montées ou si elles sont destinées à être installées à moins de 750 mm de la bouche d'air chaud, elles doivent être munies d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu ou une substance combustible et

- a) les éléments chauffants;
- b) les pièces nues sous tension; et
- c) les pièces des unités de chauffe (p. ex., gaines, supports d'éléments chauffants) dont la température superficielle dépasse 280 °C.

**Selon la norme CSA C22.10, Code de construction du Québec. Chapitre V, électricité : Code canadien de l'électricité, première partie et modifications du Québec :**

**Protection des personnes et des biens****2-200 Généralités**

L'appareillage électrique doit être installé et protégé de façon à assurer la sécurité des personnes et des biens ainsi que la protection de l'appareillage électrique contre tout dommage mécanique ou autre.

**Article 2-202 Protection des pièces nues sous tension**

1) Les pièces nues sous tension doivent être protégées de tout contact accidentel au moyen d'armoires approuvées ou autres formes de protection approuvées, sauf dans les cas suivants :

- a) si elles sont situées dans une pièce, chambre d'équipement électrique ou autre espace fermé similaire et approprié, accessible aux seules personnes qualifiées; ou
- b) sous réserve de dispositions contraires dans ce Code.

2) Si des éléments non électriques doivent être entretenus par des personnes non autorisées et s'ils sont installés sur de l'appareillage électrique à moins de 900 mm des pièces nues sous tension, on doit installer des barrières ou couvercles appropriés pour la protection de ces pièces.

3) Les entrées des pièces ou autres endroits protégés contenant des pièces nues sous tension à découvert doivent porter des panneaux d'avertissement bien en évidence, qui en interdisent l'accès aux personnes non autorisées.

Voici les définitions qui apparaissent dans la norme :

**Personne autorisée** — personne qualifiée qui, en raison de ses responsabilités ou de ses fonctions, doit s'approcher d'un appareillage électrique ou le manipuler. Ce terme désigne aussi toute personne qui, ayant été avertie des risques en cause, a reçu l'ordre ou l'autorisation nécessaire pour ce faire d'une personne ayant qualité pour donner l'ordre ou l'autorisation.

**Personne qualifiée** — personne qui connaît bien la construction et le fonctionnement de l'appareillage et les dangers qu'il présente.

Selon la norme internationale rédigée par le National Air Duct Cleaners Association (NADCA)– « *The NADCA Standard for Assessment, Cleaning, and Restoration of HVAC Systems 2013* », portant sur l'évaluation, le nettoyage et la restauration des systèmes de ventilation :

- Au sujet de la qualification, il est mentionné que les personnes qui effectuent des travaux régis par cette norme doivent être correctement entraînées et qualifiées, et posséder des connaissances et une expérience pertinente avant d'effectuer tout type de travail sur les systèmes de ventilation.
- L'article 2.3 stipule qu'il est recommandé qu'un plan de travail écrit définisse les moyens et les méthodes de nettoyage qui seront utilisés pour un projet spécifique.
- L'article 4.12.2 présente différentes méthodes à privilégier pour le nettoyage d'un serpentin. Parmi ces méthodes, on retrouve l'aspiration et l'utilisation d'air comprimé.
- L'article 4.12.8 stipule notamment que lors du nettoyage d'un serpentin électrique, la source d'alimentation du serpentin doit être mise hors tension, cadenassée et étiquetée.

#### **4.2.7 Programme d'apprentissage en milieu de travail**

Depuis 2008, un programme d'apprentissage en milieu de travail pour les techniciens en assainissement de systèmes de ventilation est offert, sur une base volontaire, aux travailleurs des entreprises opérant dans le domaine. Ce programme a été mis en place par EnviroCompétences, un comité sectoriel de main-d'œuvre de l'environnement, en partenariat avec la Commission des partenaires du marché du travail et Emploi-Québec.

Suivant le principe du compagnonnage, ce programme consiste à ce qu'un travailleur expérimenté joue le rôle de compagnon et forme, dans son milieu de travail, des collègues apprentis en leur transmettant son savoir-faire sur une base individuelle et structurée. Une fois la formation complétée et réussie, Emploi-Québec émet à l'attention du travailleur un certificat de qualification professionnelle.

#### **4.2.8 Expertise**

Suite à cet accident mortel, la CNESST a fait appel à des experts de l'entreprise Expertises technico-légales Danny Kack, notamment pour qu'ils identifient l'élément du système électrique en cause, qu'ils déterminent la nature de la déféctuosité ou de la défaillance et qu'ils vérifient la conformité de l'installation de l'équipement électrique en cause.

Le rapport d'expertise se retrouve à l'annexe C.

Les experts mentionnent notamment que l'installation du serpentin n'était pas conforme aux règles de l'art ni à la norme canadienne *CSA C22.2 n° 155-M1986*.

### 4.3 Énoncés et analyse des causes

#### 4.3.1 Le serpentin de chauffage sous tension est accessible pour les mains du travailleur à partir d'une trappe d'accès du conduit de ventilation

Alors qu'il est monté sur la plate-forme ou sur la dernière marche d'un escabeau, le travailleur accidenté accède au serpentin de chauffage sous tension en retirant la trappe d'accès du conduit de ventilation. Le serpentin est libre d'accès, c'est-à-dire qu'il n'est pas muni d'un écran tel que le prescrit la norme CSA C22.2 no C155:M1986. Cette norme spécifie notamment que les unités de chauffe doivent être munies d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu et les pièces nues sous tension, lorsque l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel elles sont montés.

Lors de la mise à jour de la norme CSA C22.2 no 155:M1986 en 2008, l'article 4.1.8.7 a été ajouté. Pour être conformes à cet article, les unités de chauffe doivent être installées à au moins 1 m de toute ouverture accessible dans le conduit. Or, le serpentin est installé à environ 45 cm de la trappe d'accès située en amont et à environ 48 cm de la trappe d'accès située en aval.

Par ailleurs, l'emplacement du serpentin et de ses trappes d'accès n'est pas conforme à l'article 2-202 portant sur la protection des pièces nues sous tension, contenu dans le chapitre V de la norme CSA C22.10, car des travailleurs non autorisés doivent accéder au serpentin. En effet, le serpentin se situe à environ 45 cm de la trappe d'accès alors que la norme spécifie plutôt une distance minimale de 90 cm. Les travailleurs de SDC ne sont pas des travailleurs qualifiés pour être autorisés au sens de cette norme. Le fait que SDC détienne une licence en ventilation délivrée par la Régie du Bâtiment du Québec n'implique pas que ses travailleurs soient qualifiés au sens de la norme CSA C22.10.

Le non-respect des règles de l'art lors de l'installation des trappes d'accès du conduit à proximité du serpentin le rend accessible.

Cette cause est retenue.

#### 4.3.2 La gestion déficiente du contrôle de l'énergie dangereuse expose le travailleur au danger d'électrocution.

Au cours des travaux de nettoyage des conduits au Centre de transport Anjou, un travailleur de la STM est attitré pour cadenasser les unités de ventilation dont les conduits qui y sont rattachés seront nettoyés par des travailleurs de SDC. Chaque matin, un travailleur de SDC, normalement le travailleur accidenté, informe le travailleur attitré de la STM des conduits des unités qui seront nettoyés. Subséquemment, le travailleur de la STM cadenasce ces unités de ventilation. Ensuite, un travailleur de SDC appose son cadenas à son tour. Bien que le cadennassage des unités de ventilation soit organisé entre la STM et SDC, rien n'est planifié par rapport au cadennassage des serpents de chauffage d'appoint.

Au cours des jours précédents, l'inspectrice des travaux de la STM envoie au contremaître du département d'air ambiant les unités à cadenasser le 21 novembre 2015. Le jour de l'accident, des unités de chauffage appartenant à deux différents départements de la STM doivent être nettoyées. Le RACTM du département d'air ambiant de la STM cadenasce

l'unité de ventilation AG-10 sans la présence d'un travailleur de SDC. L'unité de ventilation AS-1, appartenant au département électrique, est également planifiée à l'échéancier. Or, aucune demande de cadenassage n'a été adressée au département électrique. L'unité AS-1 est cadenassée uniquement par le travailleur accidenté.

Avant de débiter les travaux, le chef d'équipe et le travailleur accidenté procèdent au repérage des conduits de ventilation. C'est à ce moment que le serpentin de chauffage d'appoint est repéré. Le chef d'équipe explique la dangerosité d'un tel élément et demande au travailleur accidenté de mettre le serpentin hors tension en mettant l'interrupteur à la position « OFF ».

Au cours de la journée, les travailleurs nettoient les conduits de l'unité AS-1 à partir de l'unité en procédant section par section. Lorsqu'il est rendu à la section avoisinant le serpentin de chauffage, le travailleur accidenté prend une photo, procède au nettoyage et prend d'autres photos après le nettoyage. Comme les travaux de nettoyage à proximité du serpentin sont terminés, un travailleur de SDC remet le serpentin sous tension (interrupteur du serpentin en position « ON »).

Alors que les travailleurs s'affairent à ramasser l'équipement, le contremaître en formation arrive dans l'établissement et rejoint les travailleurs dans le vestiaire. Le contremaître en formation vérifie la qualité des travaux effectués au cours de la journée en regardant les photos et il constate la présence de débris sur le serpentin. Avisé de la situation, le travailleur accidenté prend une photo additionnelle du serpentin, y constate la présence de débris et il introduit sa main et son avant-bras gauches à l'intérieur du conduit et tente de les retirer à l'aveuglette. C'est alors que sa main entre en contact avec des éléments chauffants sous tension et qu'une partie de son corps touche au conduit métallique de ventilation mis à la terre que le travailleur subit un choc mortel de 347 V. Le travailleur accidenté, qui nettoyait pour la première fois un conduit dans lequel se trouve un serpentin de chauffage, a retiré les débris à l'aide de sa main au lieu de les retirer par aspiration ou par l'utilisation d'air comprimé comme prescrit dans le contrat de la STM et par le NADCA.

La STM ne dispose pas de fiche de cadenassage spécifique aux serpentins. Au lieu de les cadenasser conformément au contrat, les travailleurs de SDC se limitent à mettre les serpentins hors tension à l'aide de leurs interrupteurs. L'accident nous démontre que cette façon de faire est inadéquate, car le serpentin peut facilement être remis sous tension, et ce, à tout moment, soit par erreur ou par inattention. Un travailleur peut ensuite accéder à la zone dangereuse sans se rappeler ou se douter que le serpentin est sous tension.

Conformément à l'article 7.3.3.8 de la norme CSAZ460, des dispositifs de cadenassage doivent être apposés sur chaque dispositif d'isolement des sources d'énergie par des personnes autorisées et de manière à s'assurer que le ou les dispositifs d'isolement des sources d'énergie demeurent en position sécuritaire ou fermée. De plus, à l'article 7.3.2.2.1 de la norme CSAZ460, il est spécifié qu'on doit élaborer et documenter des procédures de cadenassage détaillées aux fins de maîtrise des énergies dangereuses dans le cadre de toutes les activités de réparation et d'entretien, et ce, pour chaque machine, pièce d'équipement ou processus particulier. Aussi, à l'article 7.3.6.2 de la norme CSAZ460, il est mentionné que l'utilisateur hôte doit informer le représentant désigné de l'entrepreneur ou du service externe de tout phénomène dangereux spécial ou

particulier associé aux machines, aux équipements ou aux processus auxquels le personnel de l'entrepreneur ou du service externe pourrait être exposé. L'application rigoureuse de certains articles de la norme CSAZ460 aurait permis d'éviter plusieurs des lacunes observées en lien avec le contrôle de l'énergie dangereuse du serpentín et ainsi éviter l'électrocution du travailleur.

Bien qu'une partie du travail ait été effectuée hors tension, le fait de ne pas avoir utilisé le cadenassage comme méthode de contrôle de l'énergie dangereuse a contribué à cet accident. Nous considérons donc que la gestion du contrôle de l'énergie dangereuse est déficiente.

Cette cause est retenue.

## SECTION 5

### 5 CONCLUSION

#### 5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis d'identifier les causes suivantes :

- Le serpentin de chauffage sous tension est accessible pour les mains du travailleur à partir d'une trappe d'accès du conduit de ventilation;
- La gestion déficiente du contrôle de l'énergie dangereuse expose le travailleur au danger d'électrocution.

#### 5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le rapport d'intervention RAP1051161, daté du 21 novembre 2015, contient une décision interdisant tout accès à l'ouverture dans le plafond du vestiaire où le travailleur s'est électrocuté ainsi que toute remise sous tension de trois circuits électriques dont deux sont accessibles au travers de cette ouverture, et ce, jusqu'à ce que les causes de l'accident soient identifiées par les inspecteurs. Le 24 novembre 2015, ces deux décisions sont levées suite à la sécurisation des lieux par un maître électricien.

Le rapport d'intervention RAP9101161, daté du 26 novembre 2015, contient une décision interdisant que des travailleurs de SDC procèdent au nettoyage des conduits de ventilation à l'intérieur desquels des composantes électriques, telles que des serpentins de chauffage, y sont installées. Cette décision s'applique jusqu'à ce que les mesures correctives appropriées soient mises en place.

Le rapport RAP1011824, datant du 15 décembre 2015, contient trois dérogations adressées au Centre de transport Anjou de la STM. En lien avec ces dérogations, la STM doit rendre inaccessibles les éléments chauffants des serpentins de chauffage d'appoint. Elle doit aussi élaborer des fiches de cadenassage pour les serpentins de chauffage d'appoint et former les travailleurs concernés sur ces fiches.

#### 5.3 Suivi de l'enquête

Pour éviter qu'un tel accident se reproduise, la CNESST demandera à la Corporation des maîtres mécaniciens en tuyauterie du Québec et au Comité sectoriel de main-d'œuvre de l'environnement (EnviroCompétences) d'informer leurs membres des conclusions de l'enquête. La CNESST rappellera notamment la nécessité de travailler hors tension, en utilisant le cadenassage comme méthode de contrôle de l'énergie électrique, lors de travaux relatifs au nettoyage de conduits de ventilation.

**ANNEXE A**

## Liste des accidentés ou accidenté

**ACCIDENTÉ**

**Nom, prénom** : **Monsieur [B]**

Sexe : masculin

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : employé de nettoyage

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : [...]

**ANNEXE B**

## Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Liste des témoins :

- Monsieur [A], [...] – SDC
- Monsieur [C], [...] – SDC
- Monsieur [F], [...] – SDC
- Monsieur [D], [...] – SDC
- Monsieur [E], [...] – SDC
- Monsieur [G], [...] – SDC
- Monsieur [H], [...] (RACTM) – STM
- Monsieur [I], [...] – STM
- Monsieur [J], [...] – STM
- Monsieur [K], [...] – STM
- Monsieur [L], [...] – STM
- Madame [M], [...] – STM
- Monsieur [N], [...] – STM
- Monsieur [O], [...] – STM

Liste des autres personnes rencontrées :

- Monsieur [P], [...] – STM
- Monsieur [Q], [...] – STM
- Monsieur [R], [...] – STM
- Monsieur [S], [...] – STM
- Madame [T], [...] – STM
- Monsieur [U], [...] – STM
- Monsieur [V], [...] – STM
- Monsieur [X], [...] – STM
- Monsieur [Y], [...] – Climatisation Vallée et fils inc.

**ANNEXE C**

Rapport d'expertise externe

Montréal, le 7 janvier 2015

**Commission de la santé et de la sécurité de travail (CSST)  
1, Complexe Desjardins, Tour Sud, 35e étage  
Case postale 3, succursale Place Desjardins  
Montréal (Québec) H5B 1H1**

**Référence** : **Accident mortel - Électrocution**  
**Lieux de l'accident** : 8150, rue Larrey  
Montréal (Québec)  
**Date de l'accident** : 21 novembre 2015  
**Votre référence** : DPI4228427  
**Notre référence** : 151162723

---

## Mandat

Le 21 novembre 2015, un accident mortel est survenu dans un centre d'entretien de la *Société de transport de Montréal* (ci-après appelée *STM*) situé à l'adresse citée en titre. Ce bâtiment a été érigé en 1982. Un travailleur, M. B, de la compagnie *Services d'entretien Carlos inc.* (ci-après appelée *SDC*) s'est électrocuté alors qu'il faisait le nettoyage d'une gaine de ventilation du système de chauffage.

Le 23 novembre 2015, nos services techniques ont été retenus par la *Commission de la santé et de la sécurité de travail* (ci-après appelée *CSST*). Notre mandat consistait à réaliser les volets suivants :

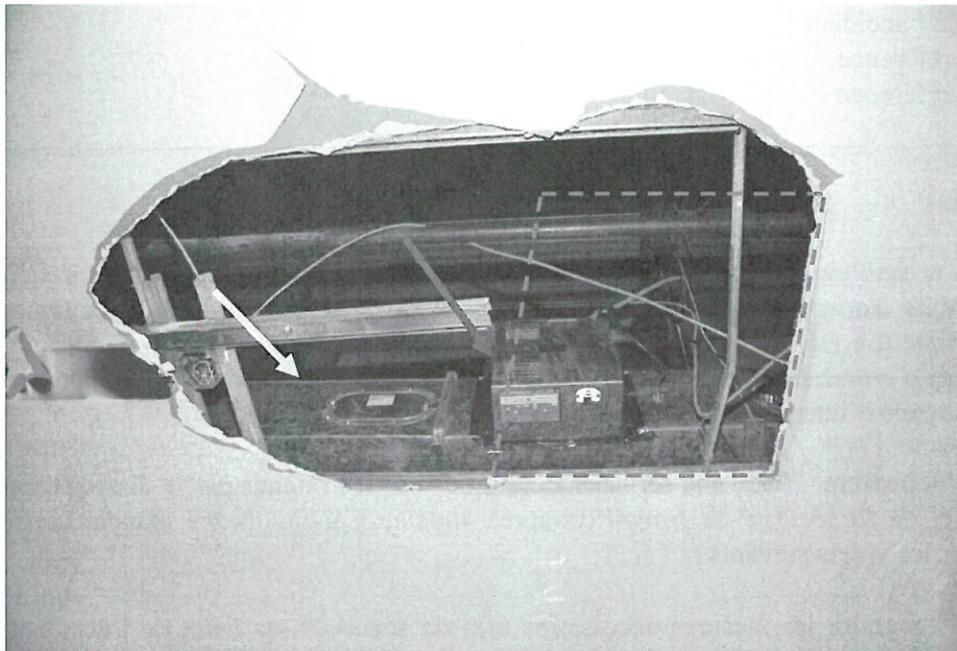
- prendre les mesures nécessaires afin de sécuriser les lieux de l'accident et les équipements électriques qui s'y trouvaient ;
- identifier l'équipement ou l'élément du système électrique en cause ;
- déterminer la nature de la défectuosité ou de la défaillance et,
- vérifier la conformité de l'installation de l'équipement électrique en cause.

Nous nous sommes déplacés sur les lieux le 24 novembre 2015 et avons rencontré mesdames Nathalie Paradis et Julie Boucher, inspectrices de la *CSST*. Nous avons également rencontré plusieurs personnes de la *STM*.

Ce rapport présente nos principales observations et conclusions relativement à ce dossier. À des fins de référence, nous considérons que la façade du bâtiment sur la rue Larrey est orientée vers le *nord*.

## Circonstances et description des lieux de l'accident

Selon les informations obtenues des mesdames Paradis et Boucher, des travailleurs de la compagnie *SDC* procédaient au nettoyage des gaines de ventilations du centre d'entretien de la *STM* à Anjou, le 21 novembre 2015. Vers 15h50, la victime serait grimpée sur un escabeau et aurait ouvert une trappe d'accès au plafond du local #VE0173 pour prendre quelques photographies de l'intérieur d'une section de gaine de ventilation près d'un serpentin électrique (photographie 1) ; tous ces appareils et composants se trouvaient dans le plafond du corridor des vestiaires (région d'intérêt) qui se trouvaient dans le secteur *central-ouest* du bâtiment<sup>1</sup>. C'est à ce moment que la victime a été électrocutée et que son décès a été constaté peu après. Il semble que le travailleur accidenté ait accédé à cette section de gaine de ventilation dans laquelle se trouvait le serpentin électrique sans suivre les procédures de « cadenassage » assurant la mise « hors tension » de cet appareil.



Photographie 1 : Vue de la gaine de ventilation en acier galvanisé (flèche jaune) et de la boîte de jonction du serpentin (flèche rouge). Les lignes interrompues vertes délimitent la trappe d'accès au plafond.

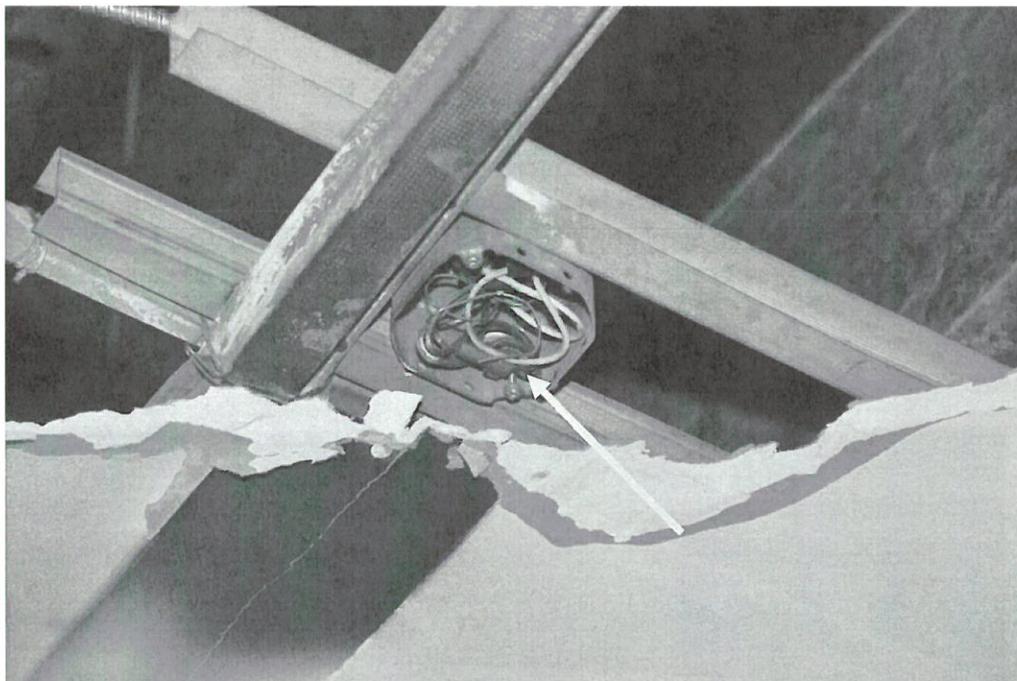
<sup>1</sup> Voir le plan inclus à l'annexe A.

## Examen du système électrique

Après que les procédures de « cadenassage » et la vérification de la mise « hors tension » des circuits électriques de la région d'intérêt aient été réalisées, nous avons procédé à l'examen des composantes électriques. Dans cette région, il y avait un appareil d'éclairage fluorescent et le serpentin électrique inséré dans une gaine de ventilation en acier galvanisé de 12 pouces par 16 pouces. L'examen de l'appareil d'éclairage, qui a été retiré par un électricien de la *STM* au préalable, n'a révélé aucune défaillance électrique sur ses composantes internes, ni sur son câble d'alimentation, ni dans sa boîte de jonction (photographies 2 et 3).



Photographie 2 : Examen de l'appareil d'éclairage fluorescent.



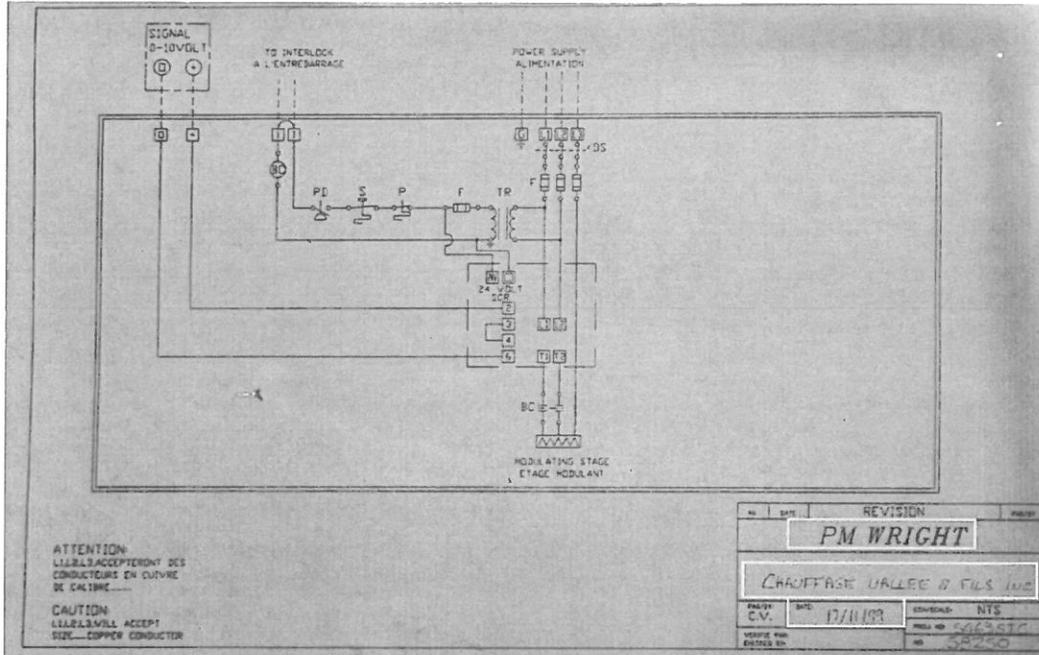
Photographie 3 : Boîte de jonction de l'appareil d'éclairage fluorescent (flèche).

Comme le laisse voir la plaque signalétique et le schéma électrique du serpent, cet appareil de chauffage de 8 kW a été fabriqué par la compagnie *PM Wright* et avait été installé vers le 17 novembre 1999 par la compagnie *Chauffage Vallée et fils inc.* (photographies 4 et 5). Deux trappes d'accès (12 pouces x 6 pouces) se trouvaient dans la gaine de ventilation à environ 16 pouces de chaque côté du serpent (photographie 6). Une personne pouvait ainsi facilement glisser un bras dans la gaine et toucher aux éléments chauffants qui n'étaient pas munis d'écran protecteur (une grille).

L'examen du serpent a également révélé qu'une section d'un des trois éléments chauffants était étirée et soudée au fond de la gaine de ventilation du côté gauche à environ 13 pouces du serpent<sup>2</sup>, ce qui est anormal (photographies 7 à 10).

---

<sup>2</sup> Voir l'annexe B.



Photographie 4 : Schéma électrique du serpentin.

PM WRIGHT MONTREAL CANADA				SERPENTIN ÉLECTRIQUE		ELECTRIC DUCT HEATER		LR3331	
NO. DE SÉRIE		SERIAL NO.		NO. DE CAT		CAT. NO.		ÉTIQUETAGE	
58250-01-1				6374				TAGGING	
KW TOTAL		VOLTAGE		PHASE		FIL/WIRE		Hz	
8.00		600		3		3		50/60	
CAPACITÉ - RATING		CIRCUITS D'ALIMENTATION		POWER SUPPLIES		AMPÈRES		AMPÈRES	
1 @ 8.00 KW		1 @ 7.70							
SÉQUENCES (SI PLUS D'UNE)					- CONTROL STAGES (IF MORE THAN ONE)				
CIRCUIT DE CONTRÔLE		CONTROL CIRCUIT		WIRING (Class)		VOLTAGE		ALIMENTATION EXTERNE REQUISE	
1100		1		24		50/60		EXTERNAL POWER SOURCE REQUIRED	
VELOCITÉ MINIMUM DE L'AIR À TRAVERS LA SURFACE DU SERPENTIN					PRESSION TOTALE MINIMUM				
MINIMUM AIR VELOCITY ACROSS ENTIRE HEATER SURFACE					MINIMUM TOTAL PRESSURE				
X DISC THERMAL CUT-OUTS TEMPÉRATURES MAXIMUM DE L'AIR À L'ENTRÉE: 27°C (81°F) À LA SORTIE: 66°C (151°F) MAINTENIR 2.5 CM (1 PO.) ENTRE CHASSIS ET PRODUITS COMBUSTIBLES MODÈLES A BRIDES SEULEMENT					X LINEAR THERMAL CUT-OUTS TEMPÉRATURES MAXIMUM DE L'AIR À LA SORTIE: 54°C (130°F) DISTANCE MINIMUM REQUISE AUTOUR DES PRODUITS COMBUSTIBLES: 5 CM (2") DU CHASSIS DU SERPENTIN 1.9 CM (3/4") DE L'ENTRÉE ET SORTIE DU CON- DUIT D'AIR À UNE DISTANCE DE 90 CM (36") DU SERPENTIN.				
AVERTISSEMENT 1. DÉBRANCHER TOUT POUVOIR AVANT D'OUVRIR LA BOÎTE DE JONCTIONS OU AVANT D'APPROCHER LES ÉLÉMENTS. 2. L'AIR À TRAVERS LES ÉLÉMENTS NE DOIT PAS CONTENIR DE PRODUITS COMBUSTIBLES. 3. NE PAS ISOLER LA BOÎTE À JONCTIONS. 4. SUIVRE LES INSTRUCTIONS DE MONTAGE.					WARNING 1. DISCONNECT ALL POWER BEFORE OPENING TERMINAL BOX OR APPROACHING COILS. 2. AIR STREAM ACROSS HEATING COILS MUST BE FREE OF COMBUSTIBLES 3. DO NOT INSULATE TERMINAL BOX. 4. INSTALL ACCORDING TO INSTRUCTIONS.				
FABRIQUÉ AU CANADA					MADE IN CANADA				

Photographie 5 : Plaque signalétique du serpentin.

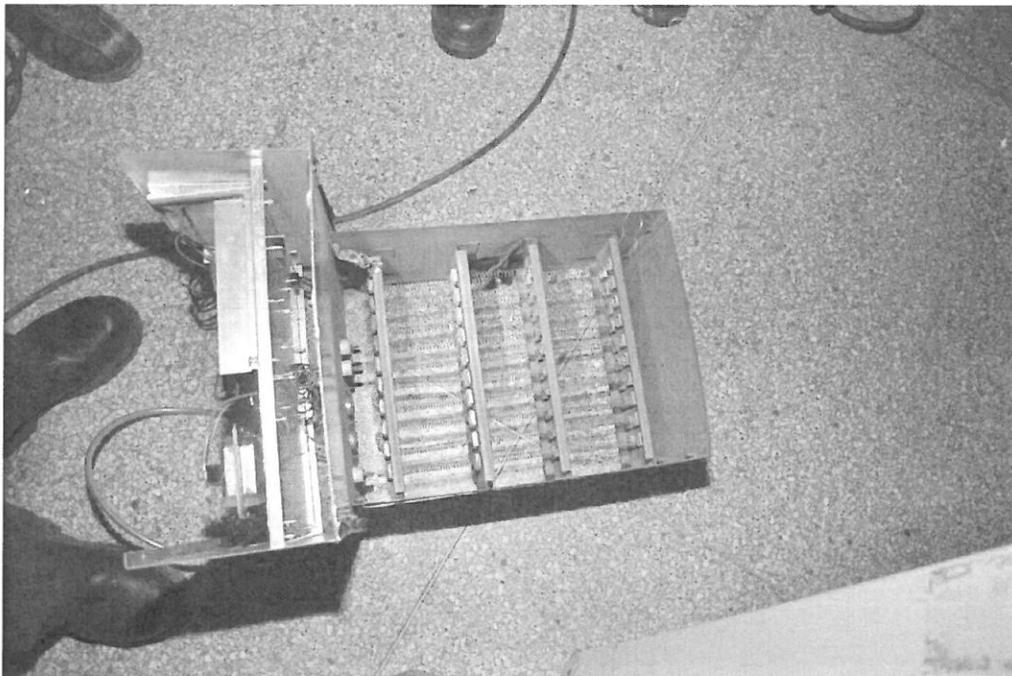




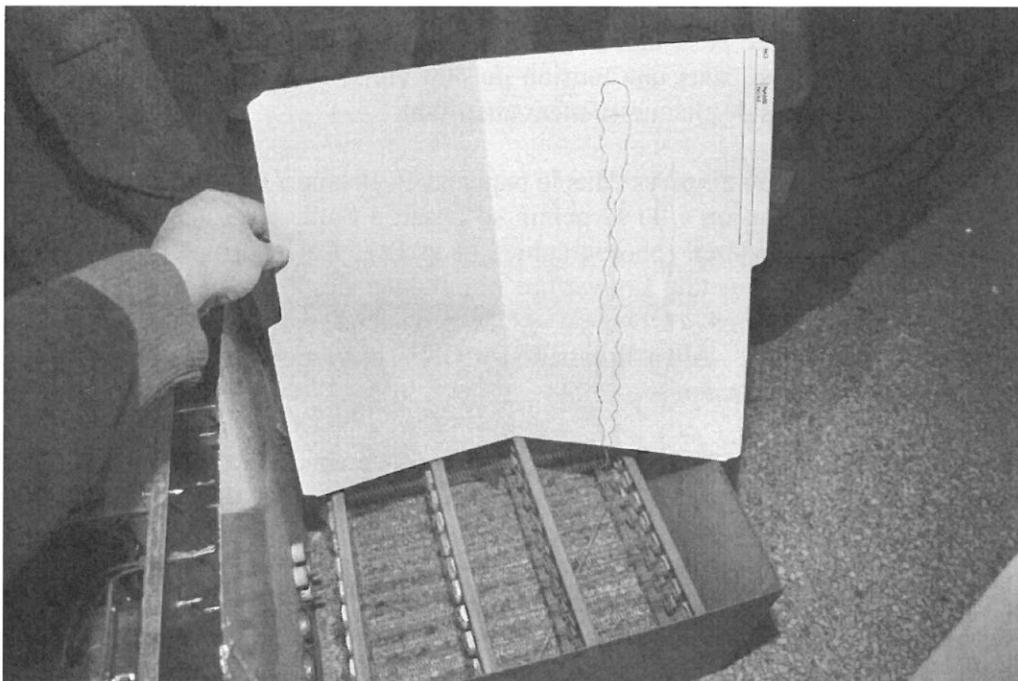
Photographie 6 : Trappes d'accès à la gaine de ventilation (flèches).



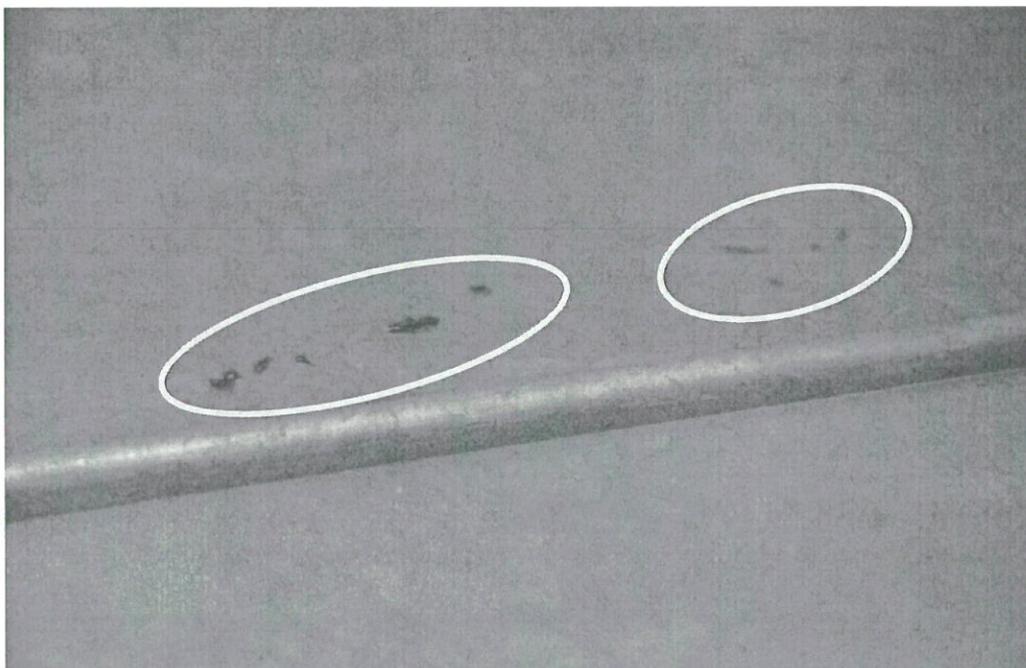
Photographie 7 : Vue de l'intérieur de la gaine de ventilation montrant le serpentin électrique. La flèche jaune pointe vers la section étirée d'un des trois éléments chauffants. Les flèches vertes pointent des débris.



Photographie 8 : Vue du serpentin après son retrait de la gaine.



Photographie 9 : Autre vue de la section étirée d'un des trois éléments chauffants du serpentin.



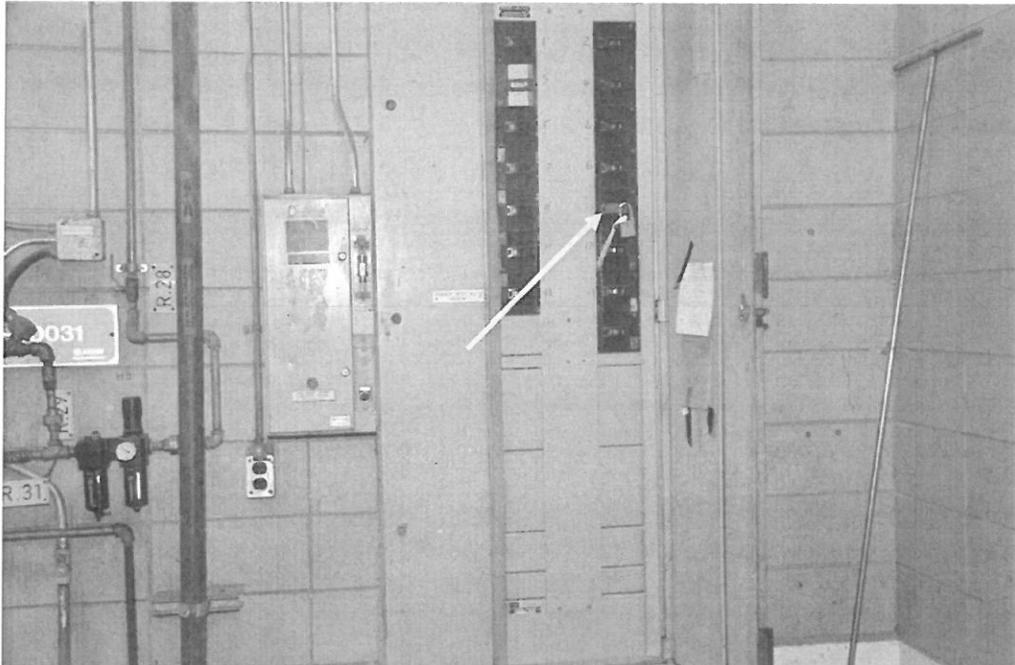
Photographie 10 : Traces d'arc électrique sur la paroi interne inférieure de la gaine de ventilation (vue prise après avoir démonté le serpentin).

Cet appareil de chauffage possédait trois éléments chauffants raccordés en étoile (Y) et était alimenté en triphasé sous une tension de 600 volts. Une tension de 347 volts se trouvait donc aux bornes de chaque élément chauffant.

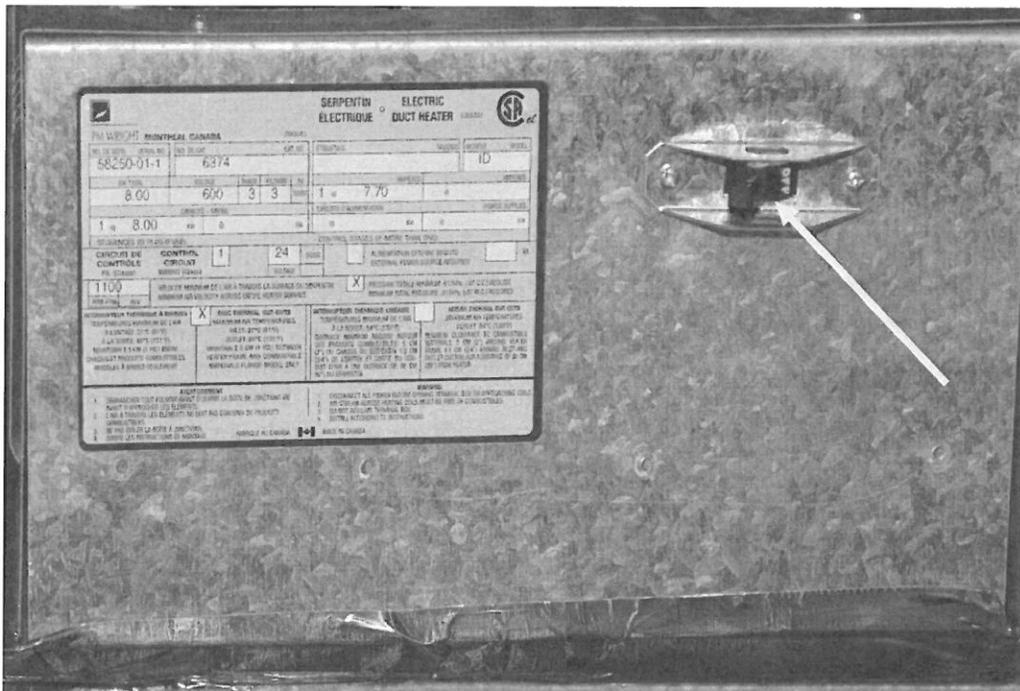
Outre le disjoncteur de 50 ampères dans le panneau électrique « CC-DD » (600 volts/347 volts), la mise « hors tension » du serpentin se faisait à l'aide d'un interrupteur triphasé (ON/OFF) intégré à l'appareil (photographies 11 et 12). Cet interrupteur installé sur le boîtier du serpentin permettait l'ouverture simultanée des trois phases alimentant le serpentin. Les inscriptions « ON » ou « OFF » visibles sur la poignée indiquent la position de l'interrupteur. Ainsi la position « ON » correspond à des contacts fermés donc à l'appareil « sous tension ».

Selon le schéma unifilaire du serpentin<sup>3</sup>, cet appareil de chauffage était contrôlé par un système de régulation et/ou des thermostats. En plus de ces contrôleurs, l'arrêt du ventilateur principal provoquait l'ouverture du contacteur bipolaire de commande « BC » qui entraînait à son tour la mise « hors tension » de deux des trois phases de l'alimentation triphasée du serpentin et l'arrêt de l'appareil de chauffage. Toutefois, l'ouverture de deux phases ne mettait pas « hors tension » le serpentin. En effet, la troisième phase était raccordée continuellement à une des trois extrémités du serpentin, une tension de 347 volts se retrouvait donc aux bornes de chaque élément chauffant.

<sup>3</sup> Voir l'annexe C.

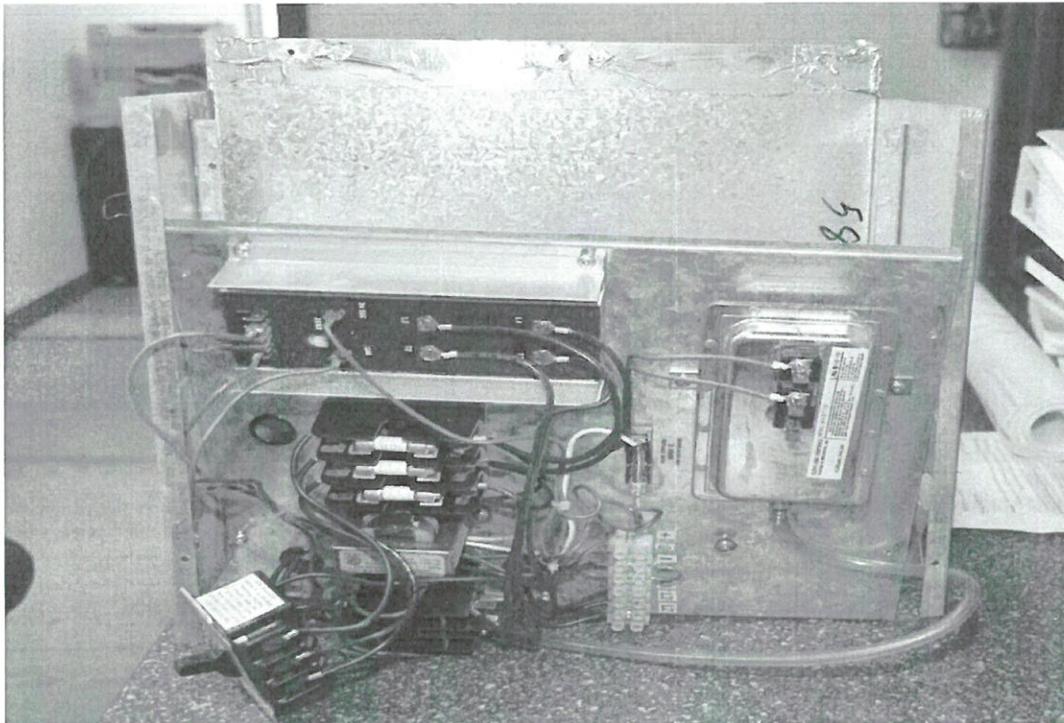


Photographie 11 : Panneau électrique « CC-DD » (600 volts/347 volts). La flèche montre le disjoncteur de 50 ampères cadenassé.



Photographie 12 : Interrupteur triphasé permettant la mise « hors tension » du serpentin (flèche).

Toutes les composantes électriques du serpentín, dont l'interrupteur triphasé, étaient en bon état de fonctionnement et les trois éléments chauffants de 8 kW n'étaient pas sectionnés (photographie 13).



Photographie 13 : Composantes électriques du serpentín.

Pour que l'accident puisse avoir lieu, il fallait absolument que l'interrupteur triphasé soit à la position « ON » et que le panneau d'accès ovale à la gauche de l'appareil ait été enlevé pour permettre à la victime d'insérer son bras dans la conduite et toucher à l'élément chauffant soit directement ou indirectement via un outil. De plus, les photographies prises par la victime peu avant l'accident, que vous nous avez transmises le 29 novembre 2015, montrent que les trois éléments chauffants du serpentín étaient en bon état (photographies 14 et 15). Dans cette même communication, vous nous indiquiez aussi que le pathologiste qui a procédé à l'autopsie avait noté des brûlures à la main gauche de la victime.

Par contre, les photographies que nous avons prises montrent un élément chauffant étiré et soudé au fond de la gaine de ventilation (voir la photographie 7). Des débris combustibles étaient également collés sur les éléments chauffants. Les traces observées sur le fond de la conduite correspondaient à l'endroit où le serpentín était soudé à la conduite (voir la photographie 10). Des traces d'arc électrique étaient aussi visibles sur le support métallique de l'élément chauffant près de la section étirée (photographie 16).

Tous ces faits nous permettent d'affirmer que la main gauche de la victime est venue en contact avec l'élément du serpentin « sous tension ». De plus, nous sommes convaincus que les traces d'arc électrique observées au fond de la gaine de ventilation sont survenues après que la victime ait touché à l'élément chauffant.

La victime a accédé à l'intérieur de la gaine de ventilation où se trouvait le serpentin électrique « sous tension » sans suivre les procédures de mise « hors tension » ou de « cadenassage ».



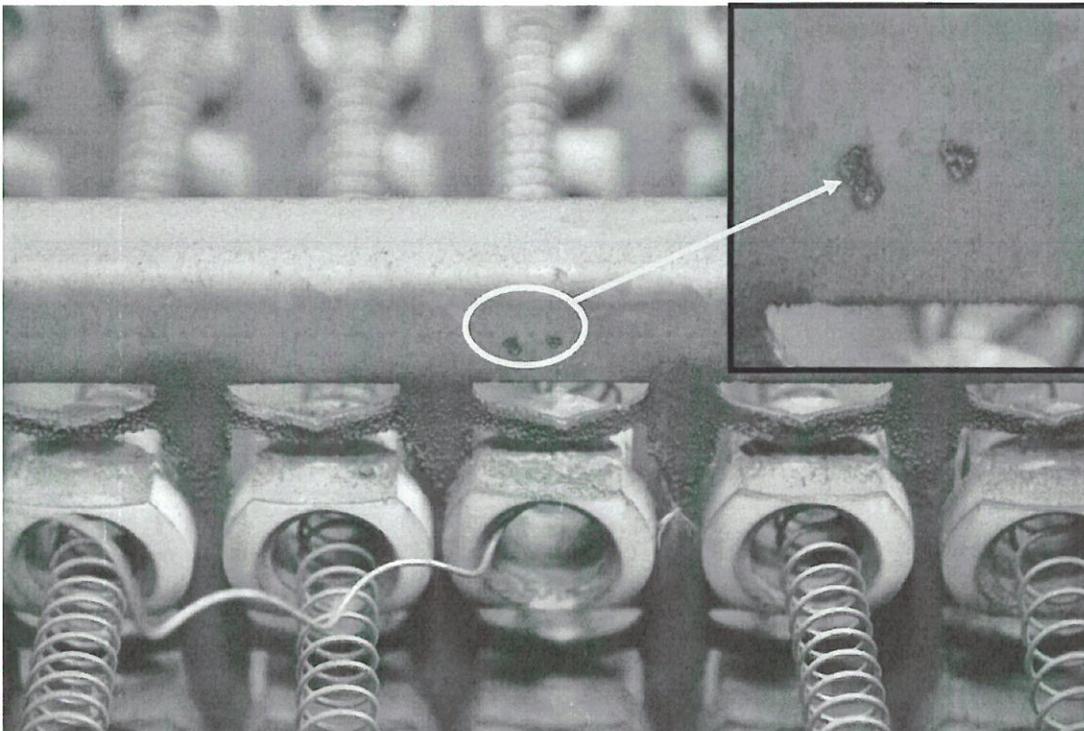
Photographie 14 : Vue du serpentin prise par la victime peu avant l'accident<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Photographie fournis par Mme Paradis.



Photographie 15 : Autre vue du serpentin (vue prise par la victime peu avant l'accident)<sup>5</sup>.



Photographie 16 : Traces d'arc électrique sur le support métallique.

<sup>5</sup> Photographie fournis par Mme Paradis.

## Conformité de l'installation du serpentin

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le serpentin électrique avait été installé le 17 novembre 1999. Les deux trappes d'accès dans la gaine de ventilation se trouvaient à environ 16 pouces (environ 410 mm) de chaque côté du serpentin. Les éléments chauffants étaient accessibles de sorte qu'un individu pouvait facilement s'y approcher et y toucher. Le serpentin ne possédait aucun écran empêchant un individu ou matière combustible d'entrer en contact avec les éléments chauffants tel que prescrit dans la Norme CSA C22.2 n° 155-M1986<sup>6</sup>. Il est mentionné dans cette norme qui a été mise à jour en novembre 1989 :

*« Article 4.1.8 Accès aux unités de chauffe  
4.1.8.1*

*Si l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel ils sont montés ou s'ils sont destinés à être installés à moins de 750 mm de la bouche d'air chaud, ils doivent être munis d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu ou une substance combustible et*

- a) les éléments chauffants;*
- b) les pièces nues sous tension; et*
- c) les pièces des unités de chauffe (p. ex., gaines, supports d'éléments chauffants) dont la température superficielle dépasse 280 °C. »*

L'installation du serpentin était donc dangereuse et ne respectait pas les règles de l'art ni la norme canadienne CSA C22.2 n° 155-M1986.

En décembre 2008, l'article 4.1.8.1 a été modifié de sorte que la norme courante requiert au moins 1 mètre au lieu de 750 millimètres et se lit comme suit<sup>7</sup> :

*« Article 4.1.8 Accès aux unités de chauffe  
4.1.8.1*

*Si l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel ils sont montés ou s'ils sont destinés à être installés à moins de 1 mètre de la bouche d'air chaud, ils doivent être munis d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu ou une substance combustible et*

- a) les éléments chauffants;*
- b) les pièces nues sous tension; et*

<sup>6</sup> Voir l'annexe D.

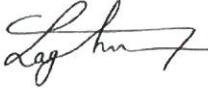
<sup>7</sup> Voir l'annexe D.

c) *les pièces des unités de chauffe (p. ex., gaines, supports d'éléments chauffants) dont la température superficielle dépasse 280 °C. »*

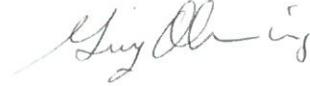
### Conclusion

Le 21 novembre 2015, un travailleur, M. <sup>B</sup>, de la compagnie *Services d'entretien Carlos inc.* s'est électrocuté après avoir touché à l'élément chauffant du serpentín soit directement ou indirectement via un outil lors des travaux de nettoyage d'une gaine de ventilation. Pour que l'accident puisse avoir lieu, il fallait absolument que l'interrupteur triphasé soit à la position « ON » et que le panneau d'accès ovale à la gauche de l'appareil ait été enlevé pour permettre à la victime d'insérer son bras dans la conduite et d'atteindre le serpentín.

L'installation du serpentín n'était pas conforme aux règles de l'art ni à la norme canadienne *CSA C22.2 n° 155-M1986*.



Chamseddine Lagha, ing.



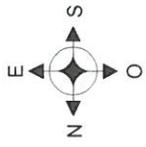
Guy Olivier, ing., Ph. D.



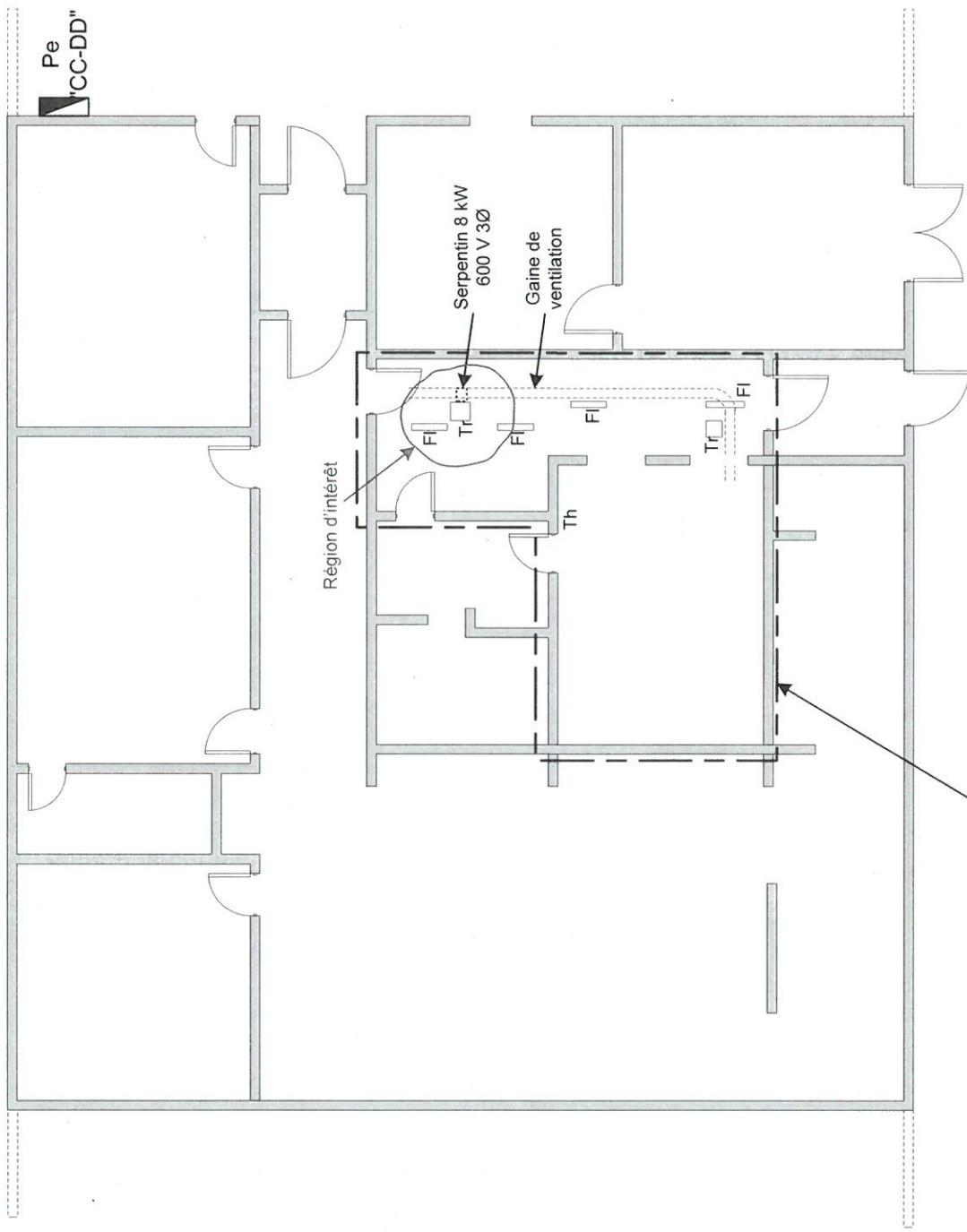
Danny Kack, ing., M.Ing.

Annexe A

*Plan du local VE0173*



# Plan du local VE0173



**Plan du local VE0173**  
Dossier : 151162723  
Date : 7 janvier 2016  
Dessin pas à l'échelle

Local VE0173

**Légende**

Pe	: Panneau électrique
FI	: fluorescent
Th	: Thermostat
Tr	: Trappe d'accès au plafond

Rue Larrey

---

Annexe B

*Croquis du serpent*



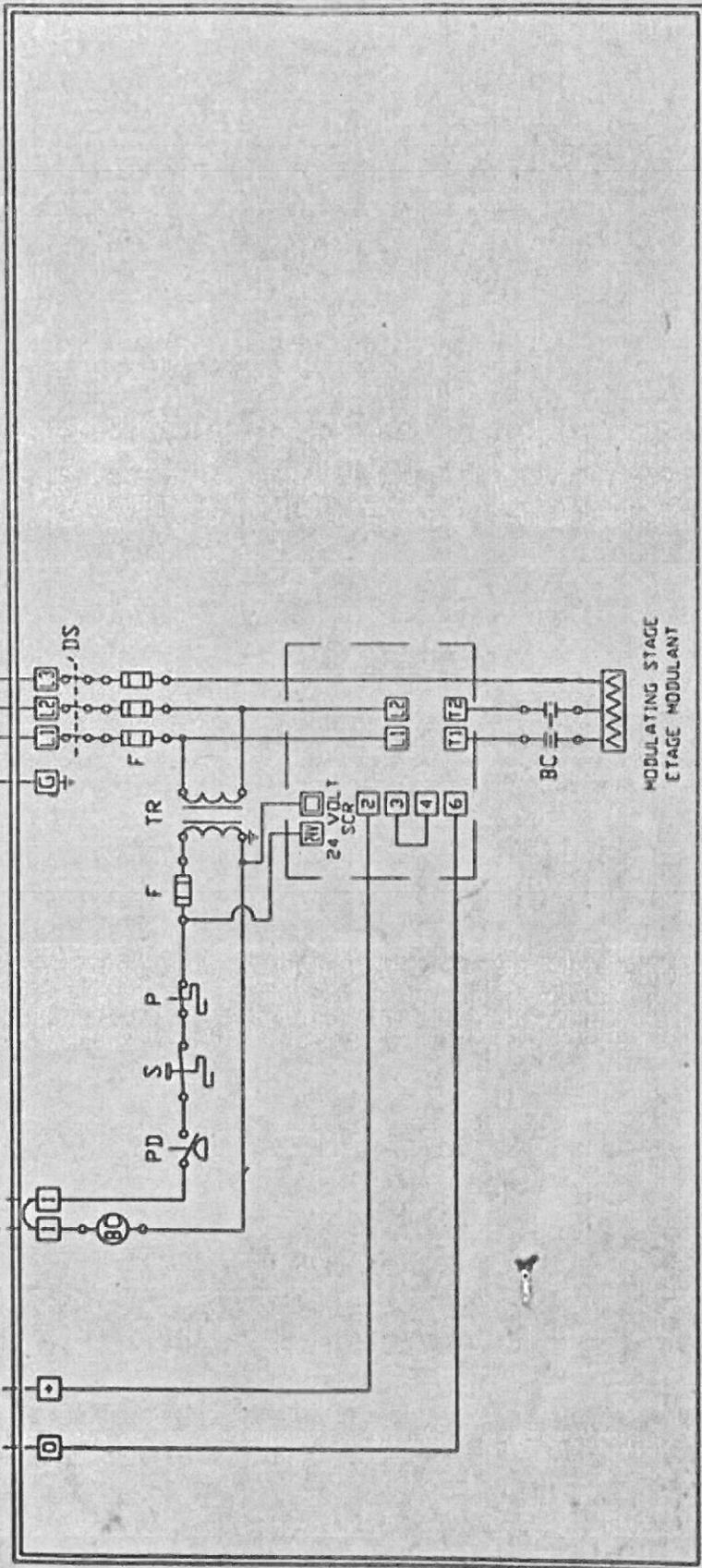
## Annexe C

*Schéma unifilaire du serpentin*

SIGNAL  
0-10VOLT

TO INTERLOCK  
A L'ENTREBARRAGE

POWER SUPPLY  
ALIMENTATION



MODULATING STAGE  
ETAGE MODULANT

NO	DATE	REVISION	PAR/PT
<b>PM WRIGHT</b>			
CHAUFFAGE VALLEE & FILS INC.			
PAR/PT C.V.	DATE 17/11/99	ED/REAL NTS	
VERIFIE PAR DROUET ST		PROJ NO SABESIC	NO 58250

ATTENTION:  
L112L3ACCEPTERONT DES  
CONDUCTEURS EN CUIVRE  
DE CALIBRE \_\_\_\_\_

CAUTION:  
L112L3WILL ACCEPT  
SIZE \_\_\_\_\_ COPPER CONDUCTOR

## Annexe D

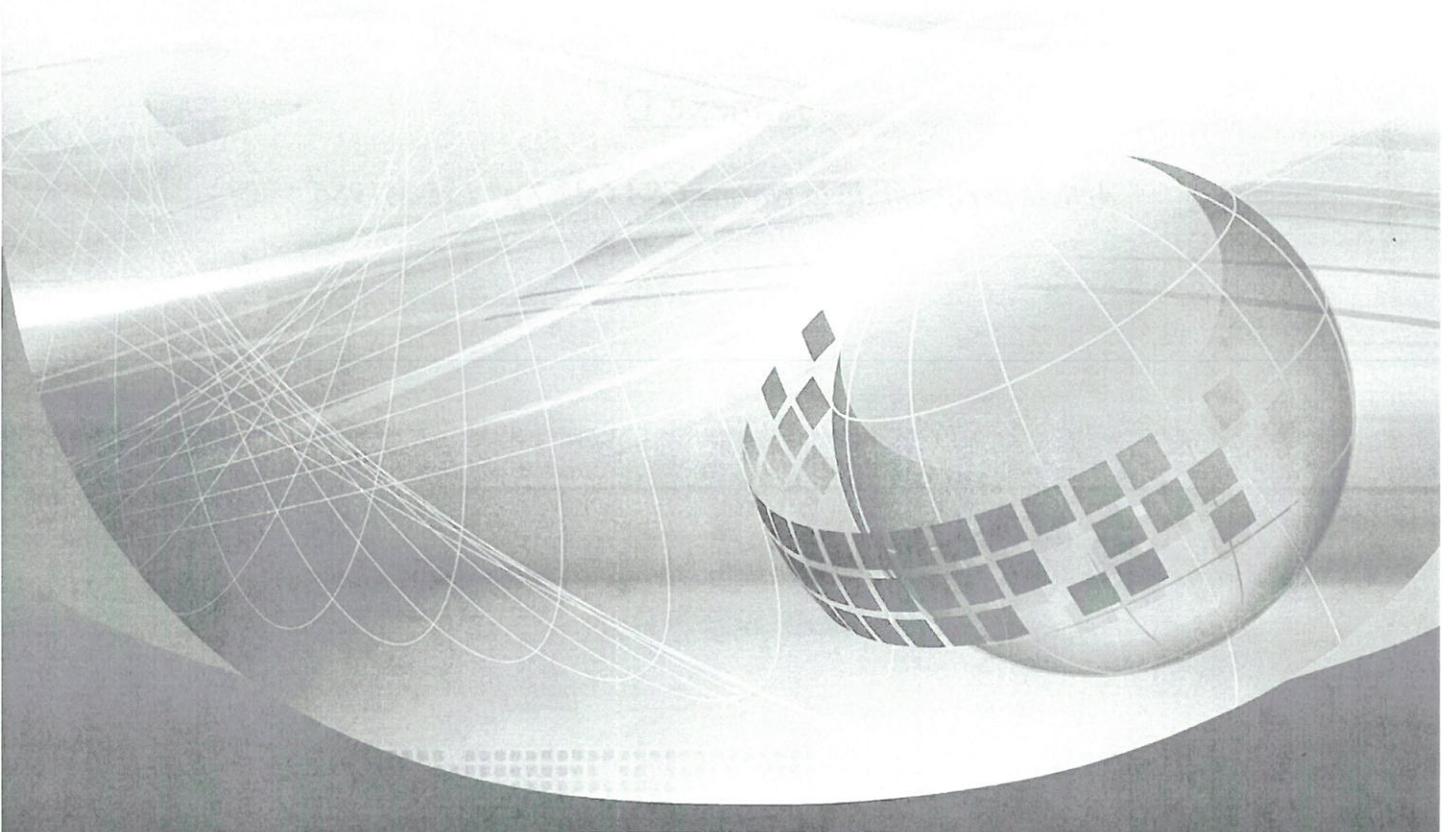
*Article pertinent de la Norme CSA C22.2 n° 155-M1986*



**Groupe  
CSA**

**C22.2 n° 155-M1986**  
*(confirmée en 2013)*

## Chauffe-conduit électriques



#### 4.1.7 Ouvertures dans les boîtiers (excluant les écrans de sécurité)

##### 4.1.7.1

Les ouvertures de ventilation et les autres ouvertures pratiquées dans le boîtier extérieur doivent, par leur forme ou leur emplacement, ou par l'adjonction de chicanes, empêcher une tige droite de 6.4 mm de diamètre d'atteindre les bornes, les interrupteurs, les fils et les autres pièces sous tension.

##### 4.1.7.2

L'emploi d'un grillage ou d'un écran en métal perforé ou ajouré, et leur fixation, doivent faire l'objet d'une étude.

##### 4.1.7.3

Le boîtier extérieur ne doit comporter aucune ouverture située directement sous les bornes, les interrupteurs, les fils et les autres pièces sous tension, à moins que ces ouvertures ne soient munies de chicanes appropriées. On considère que le conduit dans lequel le chauffe-conduit est installé fait partie du boîtier extérieur.

#### 4.1.8 Accès aux unités de chauffe

##### 4.1.8.1

Si l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel ils sont montés ou s'ils sont destinés à être installés à moins de 750 mm de la bouche d'air chaud, ils doivent être munis d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu ou une substance combustible et

- a) les éléments chauffants;
- b) les pièces nues sous tension; et
- c) les pièces des unités de chauffe (p. ex., gaines, supports d'éléments chauffants) dont la température superficielle dépasse 280°C.

##### 4.1.8.2

Les écrans doivent être rigides et fixés à l'aide de vis ou l'équivalent, de façon à ne pas être faciles à enlever. Les écrans ne doivent pas être enlevés pour l'expédition du chauffe-conduit.

##### 4.1.8.3

Les écrans doivent être suffisamment résistants pour conserver leur forme, quelles que soient les sollicitations résultant d'une manutention et d'une utilisation normales. L'évaluation de la conformité d'un écran doit tenir compte des dimensions et de la forme de l'écran, ainsi que du seuil de compression au-delà duquel une défaillance se produit dans le chauffe-conduit lors de l'essai d'échauffement en conditions anormales.

# Mise à jour n° 3

## C22.2 n° 155-M1986

### Décembre 2008

**Note :** Les notes à l'utilisateur aux normes CSA sont maintenant des mises à jour. Veuillez communiquer avec le groupe Vente des produits d'information de la CSA ou rendez-vous au [www.ShopCSA.ca](http://www.ShopCSA.ca) pour plus de renseignements sur le **service de mise à jour des normes CSA**.

**Titre :** *Chauffe-conduit électriques* — publiée initialement en novembre 1989

**Modifications publiées à ce jour :** Note à l'utilisateur n° 2 — avril 1987  
(s'applique à la norme anglaise seulement)

Si vous n'avez pas toutes les mises à jour, veuillez communiquer avec le groupe Vente des produits d'information de la CSA ou rendez-vous au [www.ShopCSA.ca](http://www.ShopCSA.ca).

Les modifications qui suivent ont été officiellement approuvées. Elles sont publiées dans les feuilles révisées ci-jointes et sont indiquées par le symbole delta ( $\Delta$ ) dans la marge :

<b>Modification</b>	Articles 4.1.8.1 et 4.1.8.4
<b>Ajout</b>	Articles 4.1.8.7 et 5.13
<b>Abrogation</b>	Aucune

La C22.2 n° 155-M1986 de la CSA comptait **49 pages** qui portaient toutes la date de publication. Elle compte maintenant les pages suivantes :

<b>Novembre 1989</b>	1 à 16, 21 à 30 et 33 à 49
<b>Décembre 2008</b>	17 à 20, 31 et 32

- Insérez les feuilles révisées dans votre exemplaire de la norme pour la tenir à jour.
- Conservez les pages périmées à titre de référence.

### **4.1.7 Ouvertures dans les boîtiers (excluant les écrans de sécurité)**

#### **4.1.7.1**

Les ouvertures de ventilation et les autres ouvertures pratiquées dans le boîtier extérieur doivent, par leur forme ou leur emplacement, ou par l'adjonction de chicanes, empêcher une tige droite de 6.4 mm de diamètre d'atteindre les bornes, les interrupteurs, les fils et les autres pièces sous tension.

#### **4.1.7.2**

L'emploi d'un grillage ou d'un écran en métal perforé ou ajouré, et leur fixation, doivent faire l'objet d'une étude.

#### **4.1.7.3**

Le boîtier extérieur ne doit comporter aucune ouverture située directement sous les bornes, les interrupteurs, les fils et les autres pièces sous tension, à moins que ces ouvertures ne soient munies de chicanes appropriées. On considère que le conduit dans lequel le chauffe-conduit est installé fait partie du boîtier extérieur.

### **4.1.8 Accès aux unités de chauffe**

#### **Δ 4.1.8.1**

Si l'accès aux unités de chauffe n'est pas empêché par le conduit dans lequel ils sont montés ou s'ils sont destinés à être installés à moins de 1 m de la bouche d'air chaud, ils doivent être munis d'écrans empêchant tout contact accidentel entre un individu ou une substance combustible et

- a) les éléments chauffants ;
- b) les pièces nues sous tension ; et
- c) les pièces des unités de chauffe (p. ex., gaines, supports d'éléments chauffants) dont la température superficielle dépasse 280°C.

#### **4.1.8.2**

Les écrans doivent être rigides et fixés à l'aide de vis ou l'équivalent, de façon à ne pas être faciles à enlever. Les écrans ne doivent pas être enlevés pour l'expédition du chauffe-conduit.

#### **4.1.8.3**

Les écrans doivent être suffisamment résistants pour conserver leur forme, quelles que soient les sollicitations résultant d'une manutention et d'une utilisation normales. L'évaluation de la conformité d'un écran doit tenir compte des dimensions et de la forme de l'écran, ainsi que du seuil de compression au-delà duquel une défaillance se produit dans le chauffe-conduit lors de l'essai d'échauffement en conditions anormales.



**ANNEXE D**

## Références bibliographiques

- QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, à jour au 1er décembre 2015*, [En ligne], 2015.  
[[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S\\_2\\_1/S2\\_1.html](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_1/S2_1.html)] (Consulté le 22 janvier 2016).
- QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 1er décembre 2015*, [En ligne], 2015.  
[[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S\\_2\\_1/S2\\_1R13.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R13.HTM)] (Consulté le 22 janvier 2016).
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, et CONSEIL CANADIEN DES NORMES. *Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes*, Mississauga, Ont., ACNOR, 2005, x, 100 p. (CAN/CSA Z460-05).
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Sécurité en matière d'électricité au travail*, 3e édition, Mississauga, Ont., CSA, 2015, xiii, 193 p. (CSA Z462-15).
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Chauffe-conduit électriques : produits relatifs à l'environnement faisant partie du Code canadien de l'électricité. Deuxième partie, normes de sécurité relatives à l'équipement électrique*, Toronto, CSA, 1989, 49 p. (CSA C22.2 no 155:M1986).
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, et RÉGIE DU BÂTIMENT DU QUÉBEC. *Code de construction du Québec. Chapitre V, électricité : Code canadien de l'électricité, première partie et modifications du Québec*, 21e édition, [Montréal], Régie du bâtiment du Québec; Mississauga, Ont. : CSA, 2010, xix, xxxiv, 629 p. (CSA C22.10-10) (CSA C22.1-09).
- NATIONAL AIR DUCT CLEANERS ASSOCIATION. *ACR : the NADCA standard for assessment, cleaning, and restoration of HVAC systems*, Mount Laurel, N.J., NADCA, 2013, 32 p. (NADCA ACR:2013).