

EN004264

RAPPORT D'ENQUÊTE

**Accident ayant causé la mort d'un travailleur de l'entreprise
Richard Garrett Électrique inc., sur le chantier du
Pavillon de la Savane situé au 5111, rue Paré, arrondissement
Côte-des-Neiges-Notre-Dame-de-Grâce à Montréal, le 16 août 2019**

Direction de la prévention-inspection Montréal - construction

Version dépersonnalisée

Inspecteurs :

Jérémie Filion, ing.

Simon Guay

Date du rapport : 28 avril 2020

Rapport distribué à :

- Monsieur [A], Construction Genfor ltée
 - Monsieur [B], Richard Garrett Électrique inc.
 - Madame Laurence Sarrazin, coroner
 - Docteure Mylène Drouin, directrice, Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal
 - Monsieur [C], Syndicat québécois de la construction
 - Monsieur [D], Fédération des travailleurs du Québec (FTQ-Construction)
 - Monsieur [E], Conseil provincial des métiers de la construction International (CPQMCI)
 - Monsieur [F], Confédération des syndicats nationaux (CSN-Construction)
 - Monsieur [G], Centrale des syndicats démocratiques (CSD-Construction)
-

TABLE DES MATIÈRES

<u>1</u>	<u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u>	<u>3</u>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DU CHANTIER	3
2.1.1	CONSTRUCTION GENFOR LTÉE	3
2.1.2	RICHARD GARRETT ÉLECTRIQUE INC.	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	4
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	4
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	4
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>7</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	7
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	10
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>14</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	14
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	14
4.2.1	ÉLÉMENTS RELATIFS AU TRAVAILLEUR ACCIDENTÉ	14
4.2.2	ÉLÉMENTS RELATIFS À M. [B]	15
4.2.3	ÉLÉMENTS RELATIFS À L'EMBAUCHE ET À LA FORMATION DES TRAVAILLEURS	15
4.2.4	ÉLÉMENTS RELATIFS À L'ENTREPRISE CONSTRUCTION GENFOR LTÉE	15
4.2.5	ÉLÉMENTS RELATIFS À L'ENTREPRISE RICHARD GARRETT ÉLECTRIQUE INC.	16
4.2.6	ÉLÉMENTS RELATIFS AUX OUTILS DE TRAVAIL	17
4.2.7	ÉLÉMENTS RELATIFS À L'ÉTAT DES LIEUX	17
4.2.8	ÉLÉMENTS RELATIFS AU CIRCUIT ÉLECTRIQUE ALIMENTANT LES LUMINAIRES DU LOCAL 028	19
4.2.9	ÉLÉMENTS RELATIFS AU CIRCUIT ÉLECTRONIQUE INTERNE DU LUMINAIRE 1	20
4.2.10	RÉFÉRENCES NORMATIVES, GUIDES DU FABRICANT ET AUTRES DOCUMENTS D'INFORMATION	21
4.2.11	RÈGLEMENTATION	22
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	24
4.3.1	LE TRAVAILLEUR ENTRE EN CONTACT AVEC UNE PIÈCE SOUS TENSION LORS DE TRAVAUX DE RACCORDEMENT D'UN LUMINAIRE ET REÇOIT UN CHOC MORTEL DE 347 VOLTS.	24
4.3.2	LE MAÎTRE D'ŒUVRE ET L'EMPLOYEUR NE S'ASSURENT PAS QUE LES TRAVAUX ÉLECTRIQUES SONT EFFECTUÉS DE MANIÈRE SÉCURITAIRE.	25

5 CONCLUSION 28

5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	28
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	28
5.3	SUIVI DE L'ENQUÊTE	29

ANNEXES

ANNEXE A :	Accidenté	30
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées et contactées	31
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	32
ANNEXE D :	Références bibliographiques	33

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

Le 16 août 2019, vers 12 h 45, alors qu'il effectue le raccordement d'un luminaire, un électricien de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. reçoit une décharge électrique de 347 volts et chute de son escabeau.

Conséquences

L'électricien meurt électrocuté.



Photo 1 : Reconstitution de la scène de l'accident

(Source : CNESST)

Abrégé des causes

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

- Le travailleur entre en contact avec une pièce sous tension lors de travaux de raccordement d'un luminaire et reçoit un choc mortel de 347 volts.
- Le maître d'œuvre et l'employeur ne s'assurent pas que les travaux électriques soient effectués de manière sécuritaire.

Mesures correctives

Le 16 août 2019, le jour de l'accident, la CNESST ordonne la suspension des travaux sur le chantier, ainsi que des travaux à proximité des installations électriques. Une méthode de travail visant la mise hors tension et le cadenassage des installations électriques est exigée pour protéger les travailleurs contre les décharges électriques (rapport RAP1290821).

Le 30 août 2019, la reprise des travaux dans le bâtiment est autorisée puisque l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. a élaboré et mis en application une procédure de cadenassage pour le chantier. [B] a ensuite sécurisé les lieux (rapport RAP1291701).

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 du chantier****2.1.1 Construction Genfor ltée**

Construction Genfor ltée est une entreprise œuvrant comme entrepreneur général sur des chantiers de construction. L'entreprise a reçu du propriétaire, la Ville de Montréal, le mandat d'effectuer l'ensemble des travaux liés à la rénovation et à l'agrandissement du Pavillon de la Savane et à l'aménagement des jardins communautaires du parc de la Savane.

Construction Genfor ltée est responsable de l'exécution de l'ensemble des travaux et donne les contrats à tous les sous-traitants. Construction Genfor ltée est le maître d'œuvre du chantier (rapport RAP1290821) qui a débuté à l'automne 2018.

L'entreprise ne compte aucun travailleur de la construction. Elle a à son emploi des chargés de projets, des surintendants et du personnel administratif, soit une vingtaine de personnes.

[...]

Le jour de l'accident, il y a environ 13 travailleurs sur le chantier.

2.1.2 Richard Garrett Électrique inc.

Richard Garrett Électrique inc. est une entreprise spécialisée en travaux d'électricité. Construction Genfor ltée lui a donné le contrat des travaux d'électricité. Elle a à son emploi des chargés de projet, du personnel administratif, un coursier, des électriciens compagnons et des apprentis électriciens. Au moment de l'événement, l'entreprise compte environ 15 travailleurs.

[...]

M. [H] (ci-après nommé le travailleur accidenté), est électricien compagnon pour l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. Il est responsable de réaliser l'installation électrique depuis [...]. Il est sous la responsabilité de M. [B].

Le jour de l'accident, [...] travailleurs de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. sont présents au chantier.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Construction Genfor Itée

[I] donne une séance d'accueil lors de l'arrivée des travailleurs au chantier. La séance d'accueil traite des sujets importants et spécifiques selon les métiers. Pour les électriciens, le cadenassage est abordé. Cette section s'intitule : « Cadenassage : procédures nécessaires selon la tâche ». Après avoir assisté à cette séance, le formulaire d'accueil est signé par les travailleurs.

[...]

Richard Garrett Électrique inc.

Une séance d'accueil relative à la santé et à la sécurité est effectuée lors de l'embauche des travailleurs.

Il n'y a pas de mécanisme formel de participation relativement à la santé et la sécurité du travail.

[...]

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Construction Genfor Itée possède un programme de prévention pour les chantiers élaboré par M. [J]. Celui-ci a été mis à jour au mois d'août 2016. Selon le programme de prévention, la direction et [I] sont responsables de son application. Les sous-traitants doivent s'engager par écrit à le faire respecter.

Construction Genfor Itée confie le mandat de la gestion de la santé et de la sécurité au [J]. Pour l'ensemble des chantiers, [...] prévoit annuellement, quatre heures de formation, quatre heures d'animation des comités de chantier et deux visites de chantier par mois. Chaque visite représente trois heures sur le chantier et une heure de rédaction de rapport.

Richard Garrett Électrique inc. possède un programme de prévention qui a été soumis au maître d'œuvre. Il traite des risques pouvant être présents sur le chantier et des mesures préventives à mettre en application.

La responsabilité de l'application du programme de prévention incombe à la direction, [I] et [K] de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc.

Les deux programmes de prévention identifient le risque de décharge électrique et présentent une section portant sur le cadenassage.

Le programme de prévention de l'entreprise Construction Genfor ltée prévoit notamment :

[...]

6.1.1 Analyse sécuritaire des tâches

L'analyse sécuritaire des tâches doit être effectuée par l'employeur ou par une personne compétente avant le début de chaque phase des travaux et lors de tous changements apportés aux méthodes de travail, procédés, équipements, etc. Le surintendant ou le contremaître doit préalablement vérifier et approuver la présente analyse. Par la suite, l'employeur doit en informer les travailleurs concernés.

[...]

6.2.4 Grille d'inspection - Travaux d'électricité hors tension

Cette grille d'inspection s'applique aux installations, travaux de réparation, modifications et entretien d'installations électriques, d'éclairage, de chauffage, de force motrice, de systèmes de sécurité, y compris les travaux d'installations de fils, câbles, conduits accessoires, dispositifs et autres appareils électriques de raccordement.

[...]

6.4.1. Cadenassage et maîtrise des énergies dangereuses

L'objet de cette procédure est de prévenir les blessures infligées aux employés par le démarrage intempestif, l'alimentation ou le dégagement d'énergie accumulée dans le cadre des travaux de réparation ou d'entretien des machines, des équipements et des processus.

[...]

6.4.1.2 Méthodes de contrôle d'énergie

Un employeur ou un travailleur autonome doit obtenir une autorisation écrite du maître d'œuvre avant d'entreprendre un travail dans la zone dangereuse d'une machine. Le maître d'œuvre doit s'assurer qu'il appliquera une méthode de contrôle des énergies conforme à la présente sous-section. (CSTC art 2.20.9)

[...]

Le programme de prévention reprend plusieurs articles de la sous-section 2.20 du Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC). De plus, une fiche de cadenassage à compléter par l'employeur ou le responsable du cadenassage avant le début des travaux y est présente.

Le programme de prévention de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. prévoit entre autres que:

[...]

- Cette procédure de cadenassage doit être appliquée dans tous les cas où il est requis de couper une ou des sources d'énergie susceptibles de créer un danger dans l'accomplissement des tâches d'un travailleur.
- Ces sources d'énergie peuvent être du type électrique, pneumatique, hydraulique ou mécanique.
- De façon à assurer la bonne marche de la procédure, il faut désigner pour chacun des chantiers, un responsable du cadenassage. Ce sera le contremaître du chantier ou une personne nommée par celui-ci. Ce responsable du cadenassage aura en sa possession une quantité

suffisante de cadenas à clé unique, des verrous multiplex, des étiquettes de cadenassage et un registre de cadenassage.

- Le supérieur immédiat d'un travailleur doit aviser ce dernier que la procédure de cadenassage sera nécessaire pour l'exécution sécuritaire de son travail. Il doit alors, en compagnie du responsable du cadenassage et du travailleur, identifier toute source d'énergie à cadenasser pour éliminer les risques d'accident.
- Une fois que les sources d'énergie à cadenasser ont été identifiées et que les points de coupure ont été localisés, le travailleur doit rencontrer le responsable du cadenassage, qui fera remplir au travailleur son ou ses étiquette(s) de cadenassage, lui remettra le ou les cadenas requis et remplira le registre de cadenassage.
[...]

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

Le chantier consiste en la mise aux normes et à l'agrandissement du Pavillon et la création de jardins communautaires du parc de la Savane (figure 1), dans l'arrondissement Côte-Des-Neiges-Notre-Dame-De-Grace à Montréal.

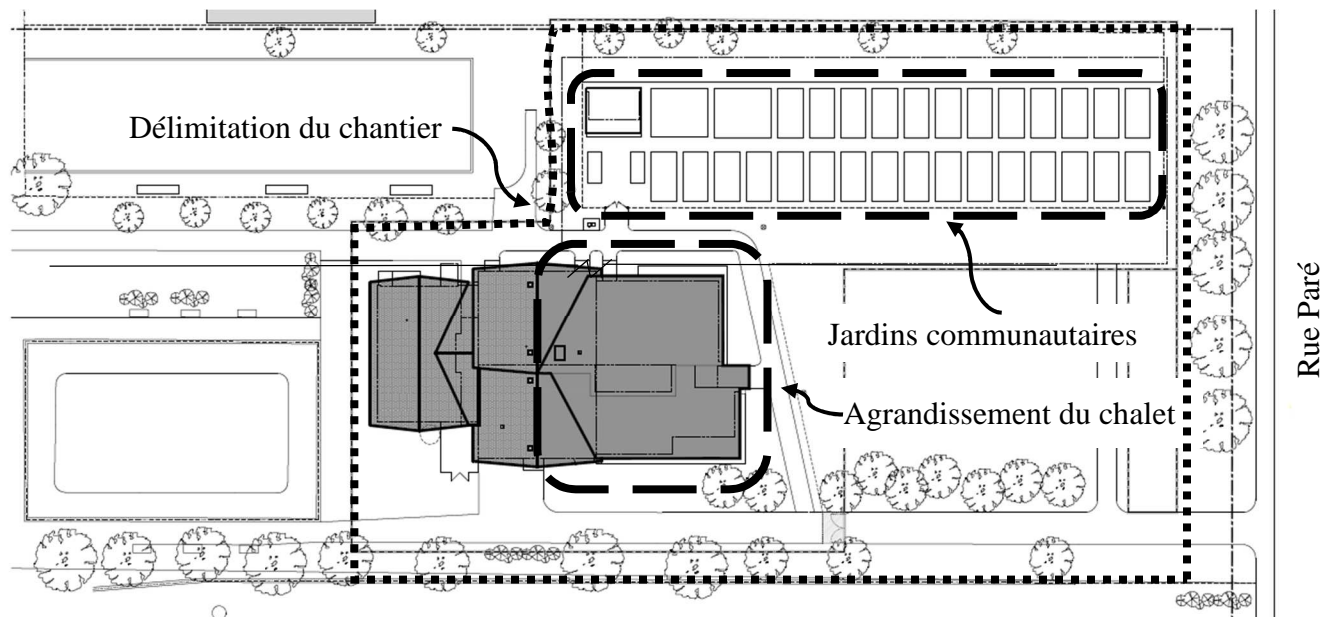


Figure 1 : Plan du chantier du parc de la Savane
(Source : Cardin Ramirez Julien, architecte, modifié par la CNESST)

Le bâtiment agrandi comporte une salle polyvalente, une salle de rencontre pour les adolescents, des locaux administratifs, un gymnase, une salle de classe, une cuisine communautaire, un vestiaire et des toilettes.

Le jour de l'accident, outre les travaux d'électricité, des travaux de plomberie, de peinture, d'ébénisterie, de terrassement et de toiture sont en cours.

L'accident se produit dans le local 028 (figure 2).

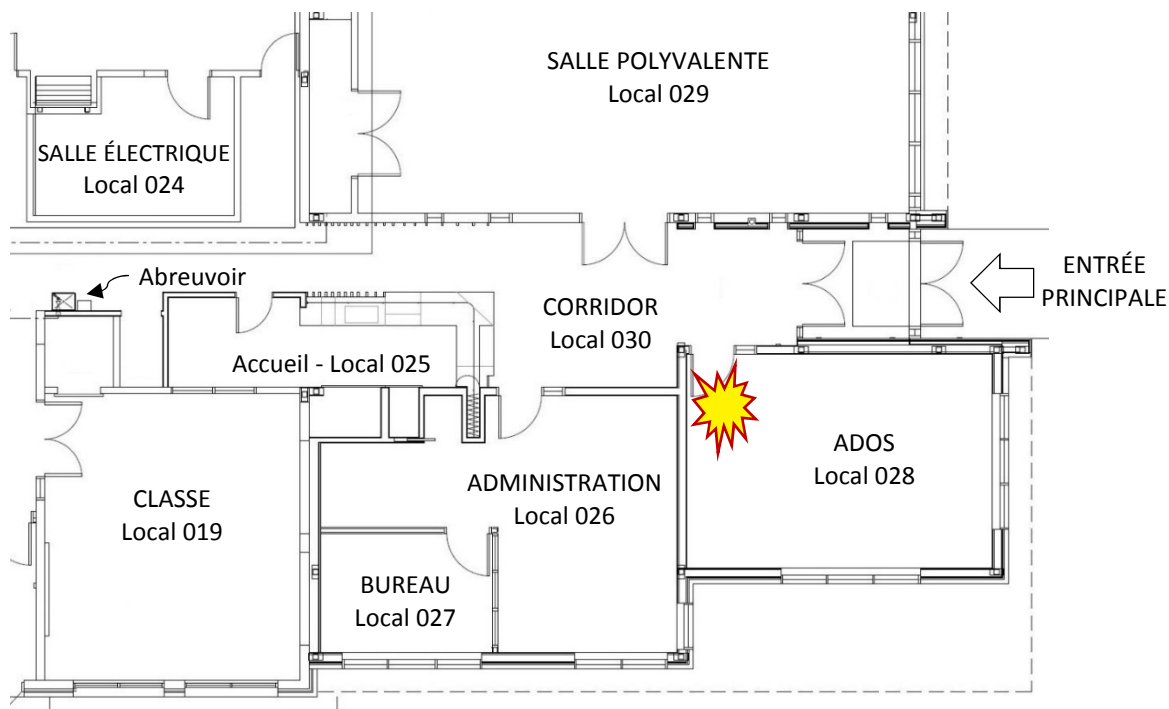


Figure 2 : Lieu de l'accident sur un extrait du plan du Pavillon de la Savane
(Source : Cardin Ramirez Julien, architecte, modifié par la CNESST)

Dans le local 028, le système d'éclairage est composé de deux luminaires suspendus (figure 3) contrôlés par un interrupteur-gradateur situé sur le mur et d'un système de détecteur de mouvement.

Les luminaires sont suspendus par des câbles métalliques (ci-après nommés câbles de suspension), reliés à des ancrages fixés au plafond de bois. Ils sont suspendus à une hauteur de 2,96 mètres du sol (photo 2).

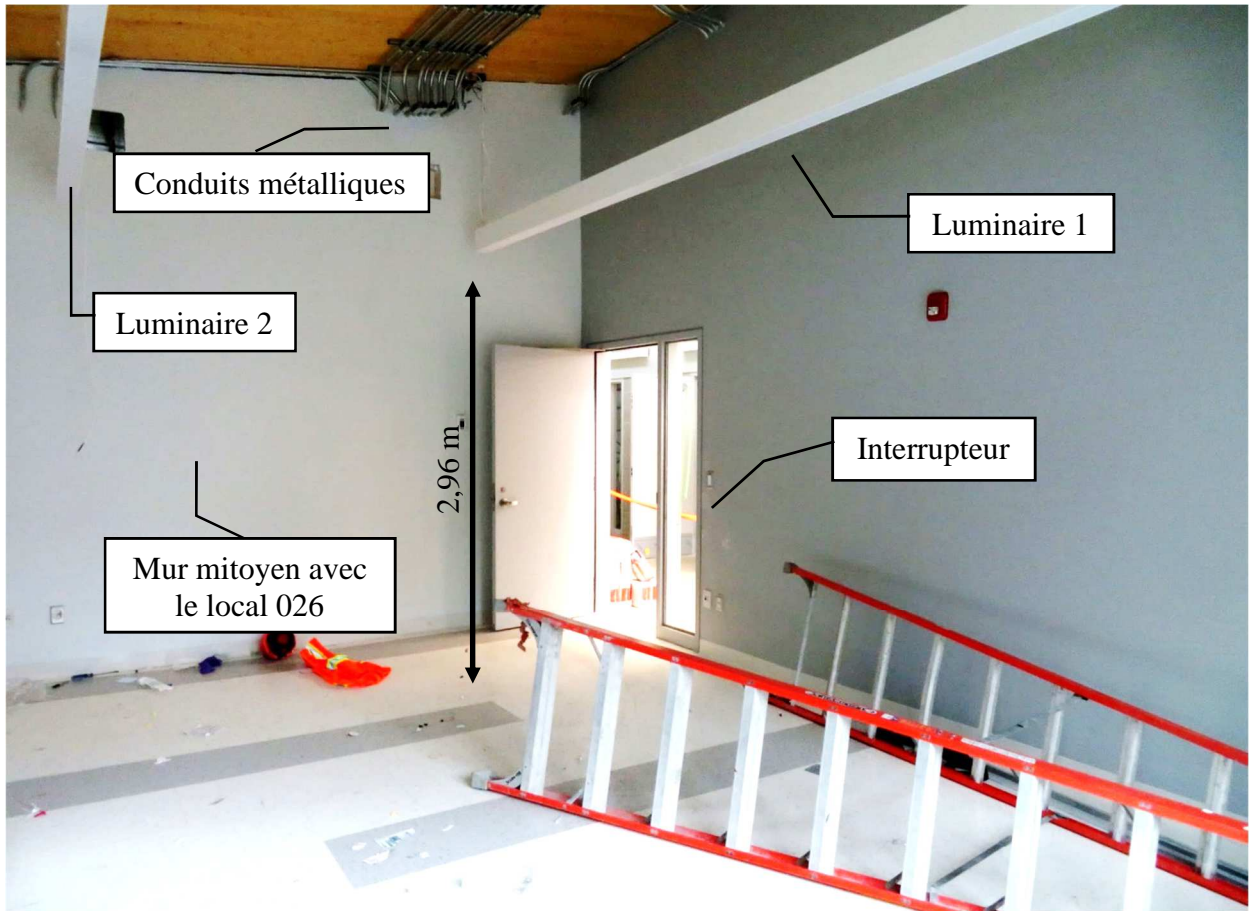


Photo 2 : Local 028
(Source : CNESST)

Des conduits métalliques sont installés au plafond, au-dessus du luminaire 1. Les conduits métalliques servent notamment au passage des câbles électriques du bâtiment et des câbles de contrôle de l'intensité des luminaires.

Chaque luminaire est composé de trois sections de long, soit deux sections de 2,4 mètres et une de 1,2 mètre assemblées bout à bout. La longueur totale de chaque luminaire est de 6 mètres (figure 3).

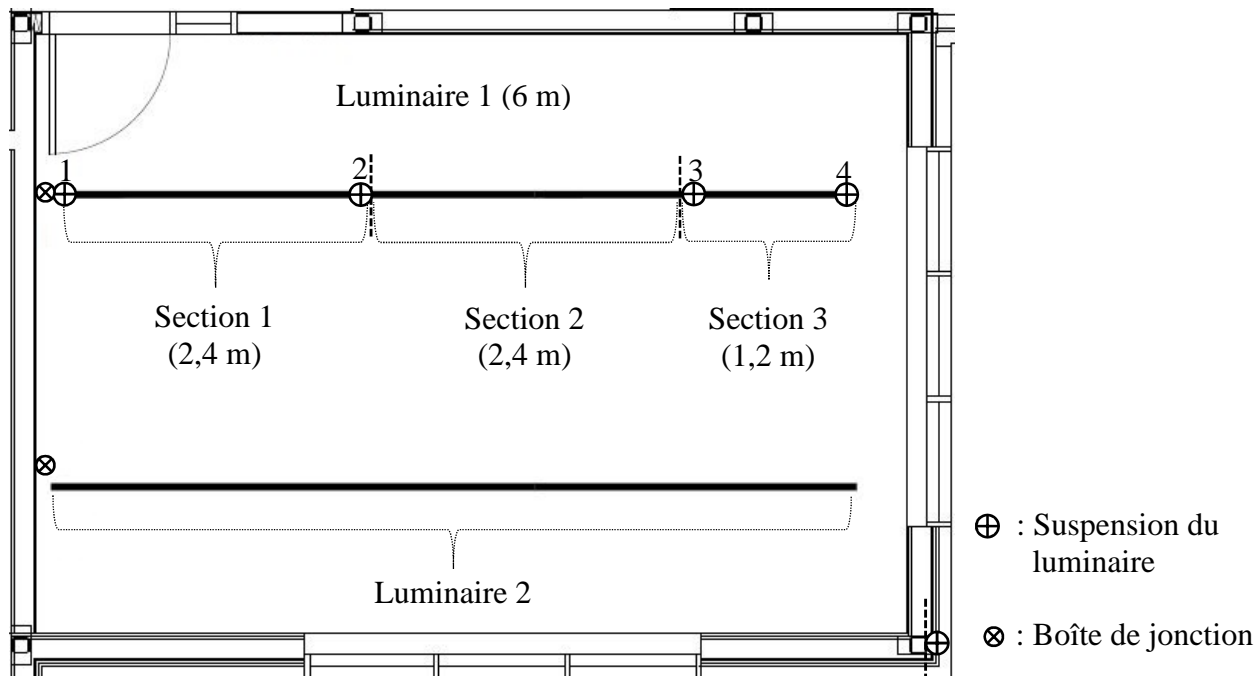


Figure 3 : Plan du local 028
(Source : [L], ing., modifié par la CNESST)

3.2 Description du travail à effectuer

Dans la semaine du 12 août 2019, les travaux d'électricité dans le local 028 consistent en l'installation de deux luminaires suspendus au plafond (figure 3).

Les travaux sont effectués par [...] travailleurs au moyen d'escabeaux. L'installation d'un luminaire se fait comme suit :

1. Les suspensions du luminaire sont installées : quatre ancrages sont installés au plafond et quatre câbles de suspension y sont attachés (figure 3 et photo 3);

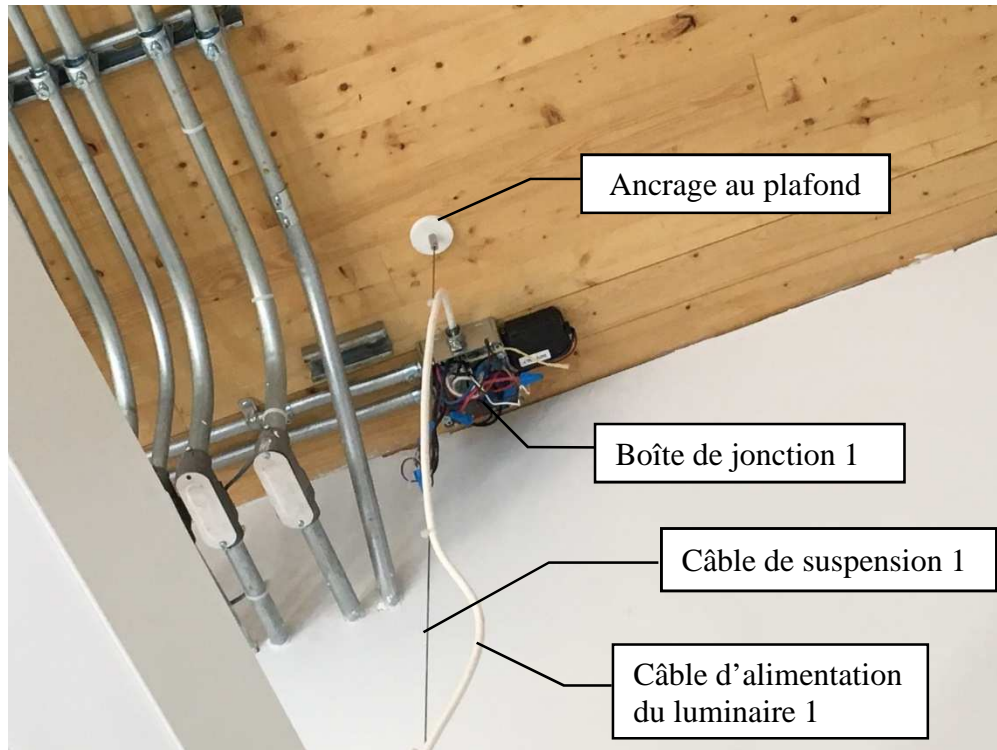


Photo 3 : Ancre et câble métallique de suspension du luminaire 1
(Source : CNESST)

2. La section 1 du luminaire est fixée par deux câbles de suspension reliés à son bâti (photo 4);

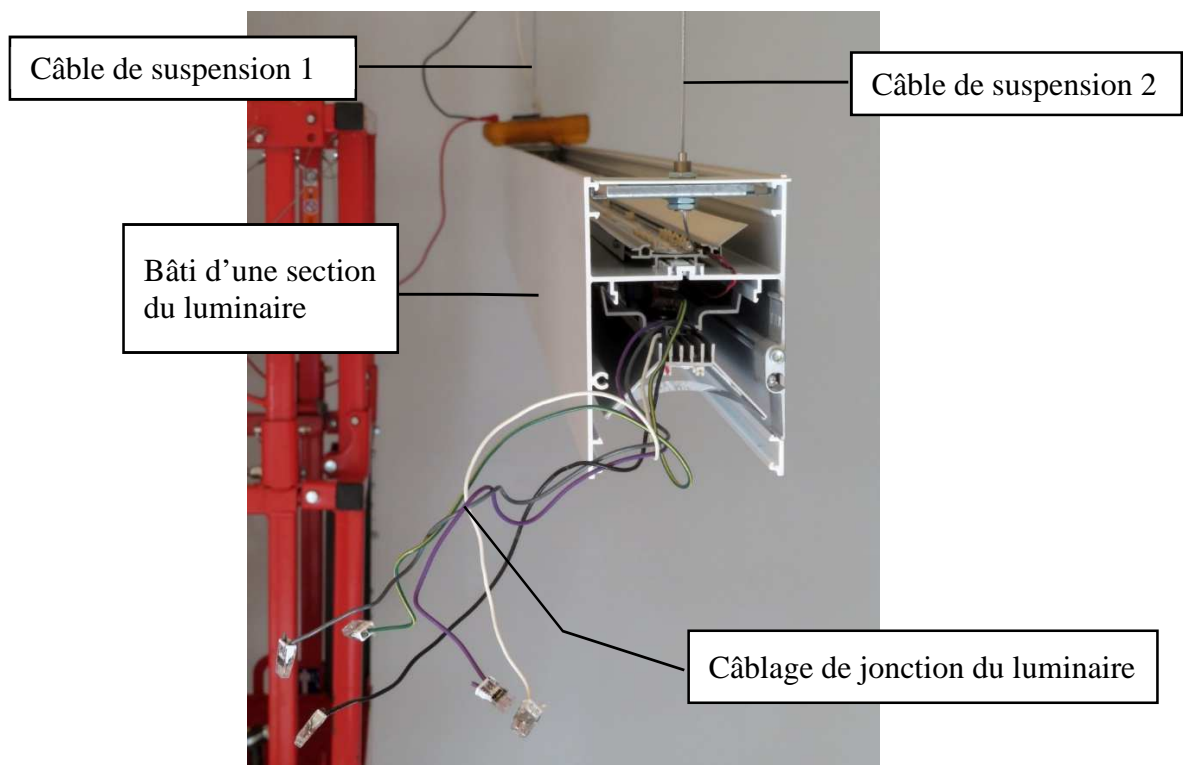


Photo 4 : Bâti du luminaire relié au câble de suspension et câblage de jonction du luminaire
(Source : CNESST)

3. La section 2 du luminaire est déposée sur des escabeaux. Le câblage de jonction des sections 1 et 2 du luminaire est raccordé avec des connecteurs, à l'extérieur du bâti (photo 5);

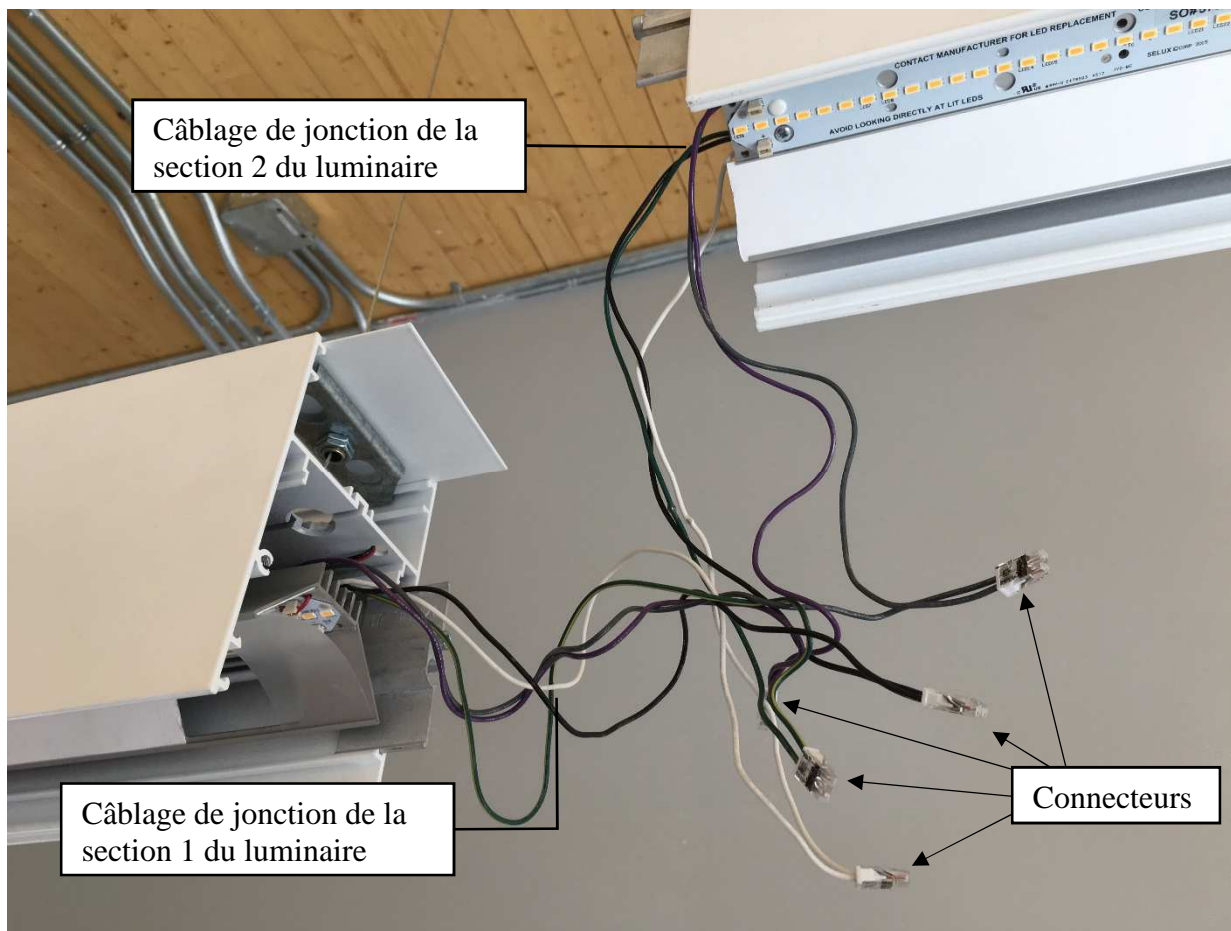


Photo 5 : Câblage de jonction des sections 1 et 2 du luminaire
(Source : CNESST)

4. Le câblage de jonction est remis à l'intérieur des luminaires. Les sections 1 et 2 du luminaire sont emboîtées et vissées ensemble;
5. La section 2 du luminaire demeure déposée sur un escabeau, le luminaire 3 est suspendu tel que décrit à l'étape 2;
6. Les étapes 3 et 4 sont répétées pour les sections 2 et 3 du luminaire. Le luminaire est ainsi suspendu;
7. Le câble d'alimentation du luminaire est inséré dans la boîte de jonction et les fils sont raccordés.

Le raccordement de l'alimentation électrique consiste en trois fils soit : (figure 4)

- Le fil noir du luminaire est relié au fil rouge du câble d'alimentation du bâtiment (vivant);
- Le fil blanc du luminaire est relié au fil blanc du câble d'alimentation du bâtiment (neutre);

- Le fil vert du luminaire est relié au fil vert du câble d'alimentation du bâtiment (mise à la terre – continuité des masses¹).

Le raccordement des signaux de contrôle de l'intensité du luminaire comprend deux fils (le fil gris (0 volt) et mauve (+10 volts) du luminaire) qui sont reliés aux fils bruns du gradateur.

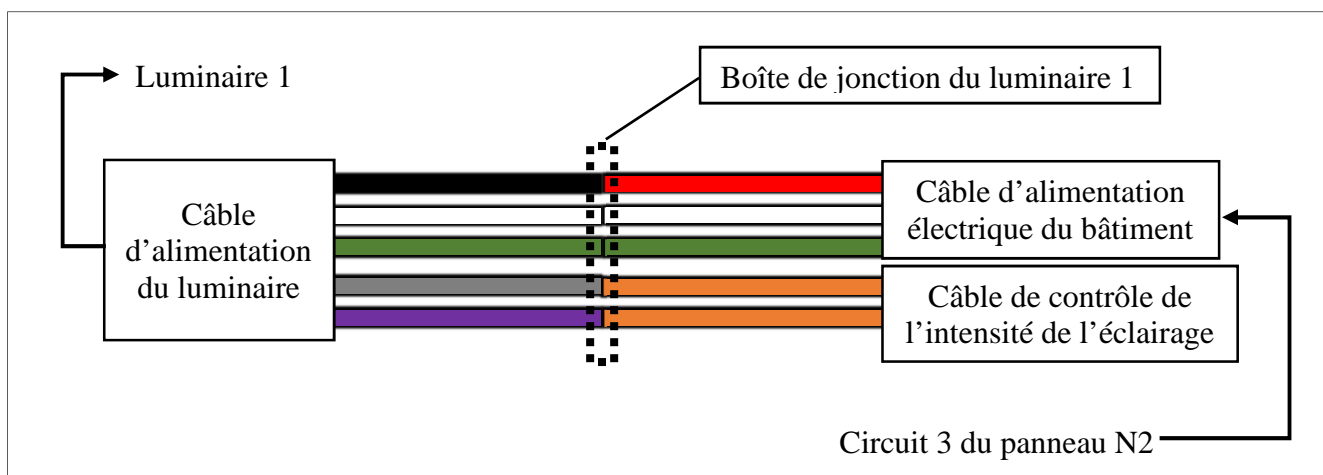


Figure 4 : Schéma du raccordement du luminaire 1
Source : CNESST)

Le plan d'installation prévoit que le raccordement de l'alimentation électrique des luminaires du local 028 soit relié au circuit 3 du panneau N2 situé dans le local 024. Or, lors de l'installation, le branchement s'est plutôt fait sur le circuit 5.

¹ Mise à la terre : La mise à la terre par continuité des masses est une liaison de faible impédance réalisée en reliant de façon permanente les pièces métalliques non porteuses de courant dans le but d'assurer une continuité électrique. Cette liaison doit pouvoir acheminer, en toute sécurité, tout courant susceptible de le parcourir.

SECTION 4

4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

4.1 Chronologie de l'accident

Mercredi le 14 août 2019, le travailleur accidenté ainsi que M. [M], M. [N] et M. [O] sont présents au chantier.

M. [N] et M. [M] installent les deux luminaires dans le local 028 sans vérifier leur fonctionnement.

Le 15 août 2019, le travailleur accidenté ainsi que M. [P] et M. [M] sont présents au chantier.

M. [P] et M. [M] installent les luminaires sur les murs du corridor. Certains luminaires sont raccordés au même circuit que les luminaires du local 028. Une fois l'installation terminée, ces luminaires sont allumés pour vérifier leur fonctionnement. Ce circuit est laissé sous tension.

Le 16 août 2019, le travailleur accidenté et M. [P] sont présents au chantier. Ils débutent leur journée en installant des unités de chauffage dans la salle polyvalente du local 029. Vers 10 h 30, M. [P] quitte le chantier. Le travailleur accidenté continue les travaux dans la salle polyvalente.

Vers 12 h 45, à l'intérieur du local 028, le travailleur accidenté œuvre dans un escabeau près de la boîte de jonction du luminaire 1. Il touche simultanément le câble de suspension 1 du luminaire 1 et une composante de la mise à la terre, telles les canalisations métalliques situées au plafond. Le travailleur accidenté reçoit une décharge électrique. Il chute au sol et l'escabeau se renverse. Lors de sa chute, il heurte le mur mitoyen au local 026.

[...] travailleurs entendent un bruit provenant du local 028. Ils sont respectivement situés à l'abreuvoir et à l'intérieur du local 026. Un des travailleurs se dirige vers le local 028 et voit le travailleur accidenté au sol en convulsions. Il interpelle [...] qui sont situés près des jardins communautaires. Ils portent secours au travailleur accidenté. Après un appel au Centre d'urgence 911, les ambulanciers arrivent sur les lieux et transportent le travailleur accidenté à l'hôpital, où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Éléments relatifs au travailleur accidenté

- Il œuvre comme électricien depuis [...].
- En [...], il est embauché à titre d'électricien compagnon par l'entreprise Richard Garrett Électrique inc.
- Il est responsable de réaliser l'installation électrique sur le chantier depuis [...].

- Il est sous la responsabilité du [B], pour ce chantier.
- Il a notamment reçu les formations suivantes de l'Association sectorielle paritaire du secteur de la Construction (ASP Construction) :
 - [...] : « Santé et sécurité générale sur les chantiers de construction (SSGCC) » ;
 - [...] : « Travailler hors tension » ;
 - [...] : « SIMDUT2015 ».
- Il n'a pas signé le registre attestant qu'il a suivi la séance d'accueil au chantier;
- Le jour de l'accident, il porte un jeans, un t-shirt et des bottes de construction. Il n'a aucun autre équipement de protection individuelle.

4.2.2 Éléments relatifs à M. [B]

- Il est à l'emploi de l'entreprise Richard Garrett Électricité inc. [...].

[...]

4.2.3 Éléments relatifs à l'embauche et à la formation des travailleurs

La démarche d'embauche d'un nouveau travailleur pour l'entreprise Richard Garrett Électricité inc. se décrit comme suit :

- Le nouveau travailleur est accueilli dans l'entreprise et les règles de l'entreprise lui sont expliquées de manière informelle.
- Si le nouveau travailleur est apprenti, il doit œuvrer sous la supervision de différents électriciens compagnons et sa formation s'effectue par compagnonnage.
- Si le nouveau travailleur est compagnon, il œuvre de manière autonome sans accompagnement ou formation formel.

Les directives quant aux méthodes et techniques de travail sont transmises verbalement aux travailleurs.

Des formations sont données à l'occasion par l'ASP Construction aux travailleurs.

4.2.4 Éléments relatifs à l'entreprise Construction Genfor Itée

- L'entreprise Construction Genfor Itée, à titre de maître d'œuvre du chantier, est responsable de l'application du programme de prévention et des mesures de santé et de sécurité générales sur le chantier.
- M. [J], a effectué une seule visite sur le chantier du Pavillon de la Savane, qui a eu lieu le 28 mai 2019.
- Le 4 mars 2016, M. [I] et M. [Q] ont assisté à une présentation donnée [...] aux surintendants et aux chargés de projet. Une des sections traite du cadenassage sans faire référence à la sous-section 2.20 du CSTC en vigueur à cette date.

- Il n'y a aucune procédure de cadenassage mise en application. Aucune autorisation écrite n'est donnée pour effectuer les travaux électriques nécessitant du cadenassage et aucune fiche ou registre de cadenassage n'est utilisé sur place. M. [I] considère que l'élaboration et la mise en application de la procédure de cadenassage relève de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. Les surintendants ne sont pas informés de ce volet du programme de prévention, ni de comment ils doivent en superviser l'application.
- Il n'y a pas d'analyse sécuritaire de tâches, ni de grille d'inspection pour les travaux d'électricité, contrairement à ce qui est prévu au programme de prévention.

4.2.5 Éléments relatifs à l'entreprise Richard Garrett Électrique inc.

- Il n'y a pas de personne en autorité à temps plein au chantier. [B], est présent au chantier lorsqu'il y a un besoin.
- L'employeur n'a pas établi de méthodes de travail sécuritaires spécifiques pour les travaux électriques sur ce chantier. L'employeur se fie sur l'expérience des travailleurs.
- Le matériel de cadenassage est fourni à la demande des travailleurs. Les travailleurs fournissent eux-mêmes leurs cadenas.
- Le programme de prévention n'identifie aucun responsable du cadenassage pour le chantier. Les formulaires et registres relatifs au cadenassage prévus au programme de prévention ne sont pas remplis.
- [...].
- Le programme de prévention de l'employeur a été transmis au maître d'œuvre. Il n'est pas disponible au chantier et M. [I], n'en a pas pris connaissance.
- En août 2018, un accident similaire a eu lieu sur un chantier de la région de Longueuil, où, à la suite d'une électrification lors de travaux sur un luminaire 347 volts, un travailleur de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. a chuté d'un escabeau.

4.2.6 Éléments relatifs aux outils de travail

Deux pinces et un tournevis ont été retrouvés dans le local 028. Les deux pinces présentent une dégradation de la partie coupante (photo 9). Le tournevis présente le même type de dégradation.



Photo 6 : Outils présents dans le local 028
(Source : CNESST)

Quatre autres pinces présentant une dégradation ont été retrouvées dans le sac à outils du travailleur accidenté, dans le local 029. Les initiales du travailleur accidenté sont gravées sur certaines pinces.

4.2.7 Éléments relatifs à l'état des lieux

- Le travailleur accidenté est retrouvé au sol près du mur mitoyen du local 026.
- Il présente deux marques linéaires situées à l'intérieur de son bras droit. Il présente aussi des marques à l'intérieur de la main gauche.
- Le mur mitoyen du local 026 a été peint environ deux heures avant l'accident. On y note des marques de frottement en hauteur et de choc au bas du mur.
- Le luminaire 1 se balance à l'arrivée des secours.
- Le bâti de la section 1 du luminaire 1 présente des marques grises.
- Près de la boîte de jonction 1, le câble de suspension 1 (photo 9) présente des traces de brûlure qui correspondent aux marques sur le bras du travailleur.
- Un escabeau de 10 pieds et un escabeau de 12 pieds sont présents dans le local 028.
- L'escabeau de 12 pieds utilisé par le travailleur lors de l'accident a les caractéristiques suivantes :
 - Il est de marque Louisville, modèle FS1512;
 - Il est non conducteur de courant et fait de fibre de verre;
 - Il a été retrouvé au sol avec ses montants déployés;
 - Il présente des marques de peinture blanche sur certains rivets.

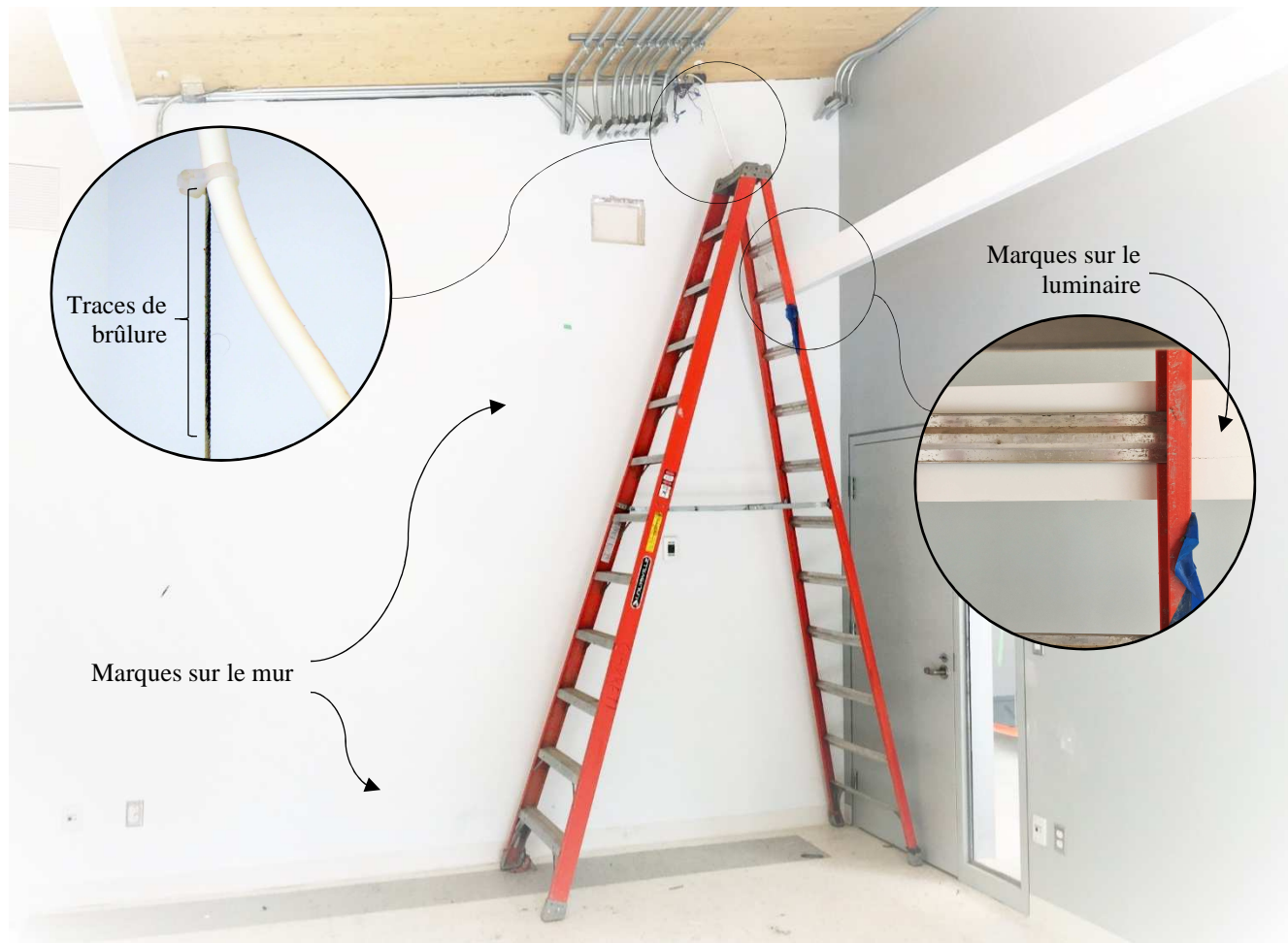


Photo 7 : Position de l'escabeau au moment de l'accident
(Source: CNESST)

En fonction de ces informations, la seule position de l'escabeau qui permet d'accéder sans entrave à la boîte de jonction 1 est face à la porte avec ses deux montants déployés. Dans cette position, l'escabeau fait contact avec la section 1 du luminaire 1 et le déplace vers la porte. Cette position est confirmée par le fait que les marques blanches sur les rivets de l'escabeau s'alignent avec les marques grises présentes sur le luminaire 1. Les marques de frottement sur le mur, combinées à celles sur le bras du travailleur et celles sur le câble de suspension, permettent de confirmer la position du travailleur dans l'échelle et le contact de son bras droit avec le câble de suspension.

Les deux luminaires présents dans le local 028 sont de marque Selux, série M100, modèle Type : K. Les bâtis sont en aluminium et requièrent une tension de 347 volts. Il s'agit d'un type de luminaire linéaire suspendu à diodes électroluminescentes (DEL).

Le raccordement du luminaire 1 est dans cet état à la boîte de jonction 1 :

- Son câble d'alimentation est inséré dans la boîte de jonction (Photo 8);
- Le fil noir (vivant) est raccordé;
- Le fil blanc (neutre) et vert (mise à la terre) sont dénudés à leur extrémité, mais non raccordés;
- Le fil gris (0 volt) et mauve (+10 volts) contrôlant l'intensité de l'éclairage sont raccordés;

- Les fils du câble d'alimentation du luminaire 1 sortent de la boîte de jonction 1 d'environ 15 cm.

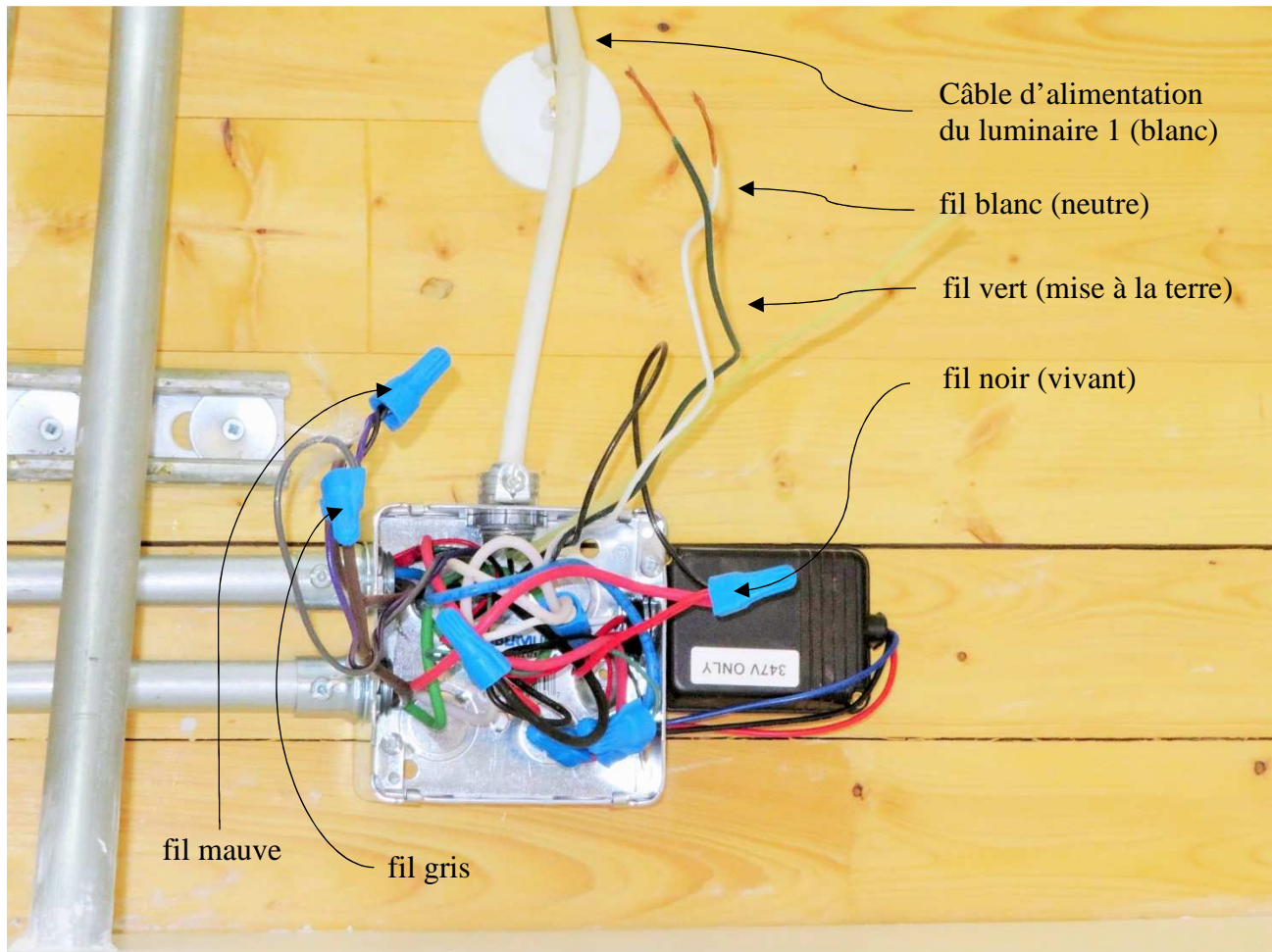


Photo 8 : Raccordements du luminaire 1 dans la boîte de jonction
(Source : CNESST)

4.2.8 Éléments relatifs au circuit électrique alimentant les luminaires du local 028

Le panneau N2 situé dans le local 024 alimente les luminaires du local 028 et certains luminaires du corridor via le circuit 5. Ce circuit est relié à un disjoncteur de 347 volts d'une capacité de 15 ampères qui est à la position fermée (« ON »). Le circuit est donc sous tension. Le circuit 3, identifié au plan d'installation pour ces luminaires, est également sous tension.

Une expertise du circuit électrique réalisée par le maître électricien M. Daniel Mercier de l'entreprise Nadeau Ultra Tech révèle les éléments suivants :

- De la boîte de jonction 1 du luminaire 1, une tension de 347 volts est mesurée sur le fil noir par rapport à la mise à la terre. La marette de cette jonction est serrée adéquatement.
- Le fil blanc (neutre) et vert (mise à la terre) du câble d'alimentation du luminaire, le bâti et les câbles de suspension du luminaire sont reliés électriquement et présentent une tension de 342 volts par rapport à la mise à la terre.

- Les boîtes de jonction et conduits métalliques sont tous mis à la terre.

Par ailleurs, pour la jonction des sections 1 et 2 du luminaire 1, il est observé que :

- Le fil blanc (neutre) et vert (mise à la terre) entre les sections 1 et 2 ont été coincés entre les bâtis lors de l'installation des deux sections. Des marques laissées sur les bâtis en font état (Photo 9).
- Le coincement a altéré les gaines isolantes, mettant ainsi en contact avec le boîtier les fils de cuivre du neutre (blanc) et de la mise à terre (vert).

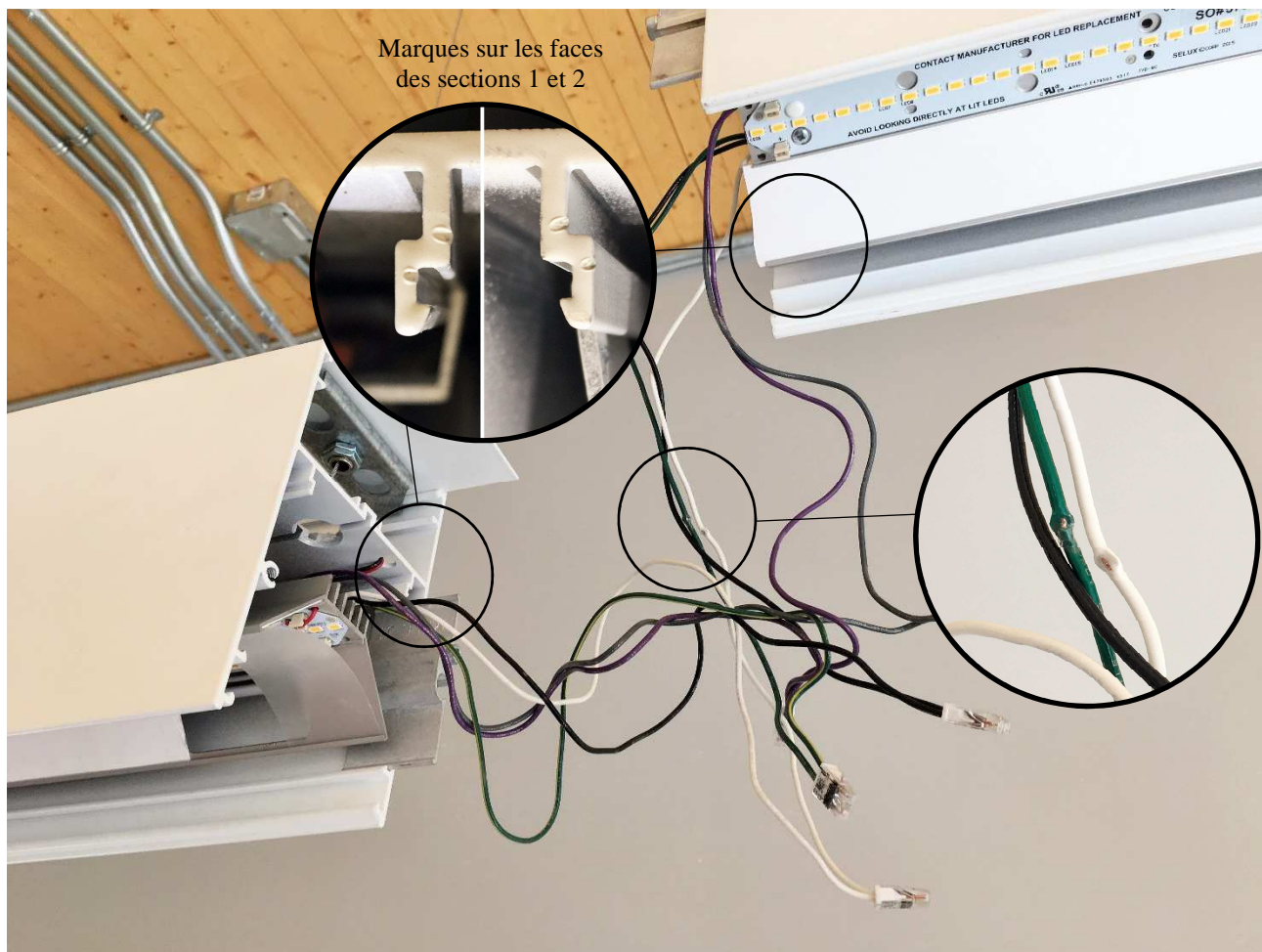


Photo 9 : Fils pincés et dénudés entre les sections 1 et 2 du luminaire lors de l'assemblage
(Source : CNESST)

4.2.9 Éléments relatifs au circuit électronique interne du luminaire 1

Le luminaire 1 est composé de 10 blocs d'alimentation qui permettent de convertir le voltage d'alimentation du bâtiment en un voltage approprié pour alimenter les diodes électroluminescentes (DEL).

Selon les vérifications effectuées par M. Daniel Mercier, les 10 blocs d'alimentation sont branchés adéquatement.

Une expertise est réalisée² par M. Éric Deschênes, ingénieur électrique, afin de comprendre comment le bâti du luminaire a pu devenir énergisé.

L'ingénieur Deschênes identifie notamment que :

- Seul le fil noir (vivant) du luminaire 1 est raccordé au câble d'alimentation du bâtiment. Le fil blanc (neutre) et le fil vert (MALT) ne sont pas raccordés;
- Le fil noir (vivant) alimente les trois sections de luminaire, donc les 10 blocs d'alimentation;
- Le fil neutre à l'intérieur du luminaire fait contact avec le bâti du luminaire à la suite de son coincement durant l'assemblage des sections;
- Le bâti du luminaire est relié mécaniquement et électriquement aux câbles de suspension du luminaire;
- Le bâti n'est pas mis à la terre par la continuité des masses.

Compte tenu de l'état du luminaire, l'ingénieur Deschênes précise que :

Le travailleur en touchant au câble de suspension avec son bras droit en même temps que sa main gauche touche à un élément conducteur mis à la terre par continuité des masses, ferme la boucle du circuit et permet ainsi au courant de passer par le cœur de l'électricien (choc bras-main) et de retourner à sa source.

L'ingénieur Deschênes tire la conclusion suivante :

Le travail en présence de tension combiné au branchement du fil vivant (600v), au contact du neutre avec le boîtier métallique et à ce qu'aucune liaison de continuité des masses provenant de l'alimentation principale soit établie, a permis d'énergiser le boîtier ainsi que les câbles de suspension du luminaire. Le scénario d'électrocution retenue fait en sorte que le bras droit du travailleur fait contact au câble de suspension métallique en même temps que sa main gauche touche à une composante mise à la terre telle que : la boîte de jonction ou une des canalisations métalliques présentes au plafond. Selon mes calculs, un courant approximatif de 168ma est passé par le travailleur. En prenant pour acquis qu'un courant moyen de 80ma appliqué pendant une seconde peut provoquer un arrêt cardiaque (IEC-60479-1), on comprend que le travailleur n'a eu aucune chance de survivre à ce choc.

4.2.10 Références normatives, guides du fabricant et autres documents d'information

Informations du fabricant du luminaire

Le fabricant SELUX précise que même sans le coincement d'un fil à l'intérieur de ce type de luminaire, un luminaire de 6 mètres de long comprenant 10 blocs d'alimentation, peut causer des lésions graves lorsqu'il est installé sous tension et dans l'état observé du branchement.

Le pictogramme et la mention suivante sont présents sur chacune des pages du manuel d'installation du fabricant :

² L'expertise de l'ingénieur est présentée à l'annexe C.



DANGER

Tension dangereuse.

Un contact causera une décharge électrique ou une brûlure.

Travailler seulement sur de l'équipement hors tension. Couper l'alimentation avant de faire les raccordements du luminaire.

Figure 5 : Avertissements du fabricant du luminaire concernant le branchement

(Source : SELUX, traduction libre par la CNESST)

Conséquences sur la santé

Divers facteurs influencent la gravité des lésions engendrées par une décharge électrique qui traverse le corps humain. Parmi ces facteurs, il y a le trajet emprunté par le courant dans le corps, la tension du courant exprimé en volts (V), l'intensité du courant exprimé en ampères (A) et la résistance du corps humain exprimé en Ohm (Ω).

Selon la littérature, un courant d'une intensité de 80 milliampères (mA) est suffisant pour entraîner une fibrillation ventriculaire pouvant mener à un arrêt cardiaque.

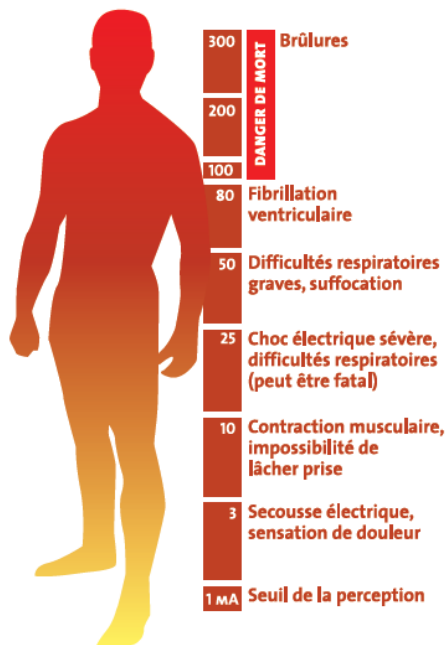


Figure 6 : Intensité électrique et son effet sur le corps

(Source : CNESST, IRSST)

4.2.11 Règlementation

La Loi sur la santé et la sécurité du travail (S-2.1) (LSST) prévoit notamment, aux articles 51 et 196, que :

LSST, article 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;

[...]

5° utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité 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;

[...]

LSST, article 196

Le maître d'œuvre doit respecter au même titre que l'employeur les obligations imposées à l'employeur par la présente loi et les règlements notamment prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur de la construction.

LSST, article 202

Le maître d'œuvre doit faire en sorte qu'un employeur œuvrant sur un chantier de construction où un programme de prévention est mis en application s'engage par écrit à le faire respecter.

La sous-section 2.20 du CSTC prévoit notamment les articles suivants :

[...]

2.20.2. Avant d'entreprendre dans la zone dangereuse d'une machine tout travail, notamment de montage, d'installation, d'ajustement, d'inspection, de décoincage, de réglage, de mise hors d'usage, d'entretien, de désassemblage, de nettoyage, de maintenance, de remise à neuf, de réparation, de modification ou de déblocage, le cadenassage ou, à défaut, toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente doit être appliqué conformément à la présente sous-section.

[...]

2.20.3. Le cadenassage doit être effectué par chacune des personnes ayant accès à la zone dangereuse d'une machine.

[...]

2.20.5. Le maître d'œuvre doit, pour chaque machine située sur le chantier de construction, s'assurer qu'une ou plusieurs procédures

décrivant la méthode de contrôle des énergies soient élaborées et appliquées.

Les procédures doivent être facilement accessibles sur les lieux où les travaux s'effectuent dans une transcription intelligible à toute personne ayant accès à la zone dangereuse d'une machine.

[...]

2.20.8. Avant d'appliquer une méthode de contrôle des énergies, le maître d'oeuvre doit s'assurer que les personnes ayant accès à la zone dangereuse de la machine sont formées et informées sur les risques pour la santé et la sécurité liés aux travaux effectués sur la machine et sur les mesures de prévention spécifiques à la méthode de contrôle des énergies appliquée.

[...]

2.20.9. Un employeur ou un travailleur autonome doit obtenir une autorisation écrite du maître d'oeuvre avant d'entreprendre un travail dans la zone dangereuse d'une machine. Le maître d'oeuvre doit s'assurer qu'il appliquera une méthode de contrôle des énergies conforme à la présente sous-section.

[...]

2.20.11. Le maître d'oeuvre doit fournir le matériel de cadenassage dont les cadenas à cléage unique, sauf si un employeur ou un travailleur autonome en est responsable.

[...]

2.20.14. La présente sous-section s'applique, compte tenu des adaptations nécessaires, à tout travail sur une installation électrique.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le travailleur entre en contact avec une pièce sous tension lors de travaux de raccordement d'un luminaire et reçoit un choc mortel de 347 volts.

Le 14 août 2019, [...] travailleurs de l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. effectuent l'installation de luminaires suspendus au plafond du local 028. Les luminaires comportent trois sections qui doivent être assemblées bout à bout. Lors de l'assemblage des deux premières sections du luminaire 1, les travailleurs effectuent les raccordements entre les sections, poussent les fils à l'intérieur du luminaire et fixent les sections ensemble en serrant les vis d'assemblage. Ce faisant, les fils du neutre et de la mise à la terre (blanc et vert) se coincent entre les sections du bâti en aluminium. Les gaines isolantes sont endommagées et les fils de cuivre sont mis en contact avec le bâti du luminaire.

Le 16 août 2019, vers 12 h 45, le travailleur accidenté accède, à l'aide d'un escabeau en fibre de verre isolé, à la boîte de jonction au plafond du local 028 pour y compléter le raccordement du premier luminaire. Il est vêtu d'un t-shirt et ne porte pas d'équipement de protection individuelle outre des bottes de sécurité.

Les travaux se déroulent alors que le circuit qui alimente la boîte de jonction du luminaire 1 est sous tension et présente un voltage de 347 volts.

Au moment de l'accident, le fil vivant (noir) du câble d'alimentation du luminaire est raccordé au câble d'alimentation du bâtiment. Le fil du neutre (blanc) et de la mise à la terre (vert) n'y sont pas raccordés. Ce faisant, le coincement du fil du neutre (blanc) et de la mise à la terre (vert) à la jonction des sections 1 et 2 met le bâti sous tension. De plus, le câble de suspension 1 étant relié au bâti du luminaire, se trouve également sous tension.

Dans cette situation, le travailleur accidenté touche simultanément au câble de suspension avec son bras droit ainsi qu'à un élément conducteur mis à la terre par continuité des masses, tels les conduits métalliques, avec sa main gauche. De cette façon, le travailleur ferme la boucle du circuit et permet au courant de passer par son cœur et de retourner à sa source.

Selon les calculs de l'ingénieur Deschênes, un courant électrique d'une intensité estimée à 168 milliampères traverse le corps du travailleur.

En tenant pour acquis qu'un courant moyen de 80 milliampères appliqué pendant une seconde peut provoquer un arrêt cardiaque, le courant auquel est exposé le travailleur provoque son électrocution.

Cette cause est retenue.

4.3.2 Le maître d'œuvre et l'employeur ne s'assurent pas que les travaux électriques sont effectués de manière sécuritaire.

Conformément aux articles 2.20.14 et 2.20.2 du CSTC, avant d'entreprendre un travail sur une installation électrique, le cadenassage ou, à défaut, toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente doit être appliquée.

Ainsi, selon l'article 2.20.5 du CSTC, le maître d'œuvre doit, pour chaque installation électrique située sur le chantier de construction, s'assurer qu'une ou plusieurs procédures décrivant la méthode de contrôle des énergies soient élaborées et appliquées.

Ces obligations spécifiques s'ajoutent aux obligations générales auxquelles l'employeur et le maître d'œuvre sont tenus en vertu des articles 196 et 51 de la LSST. Rappelons également que le programme de prévention est le principal outil de prévention prévu par la LSST et qu'il est obligatoire dans le secteur de la construction.

Les programmes de prévention des entreprises Construction Genfor ltée et Richard Garrett Électrique inc. identifient le risque d'électrification et d'électrocution. Ils comportent différentes sections applicables aux travaux électriques. Lors des travaux de raccordement et d'installation de systèmes électriques, il y est prévu de s'assurer qu'aucune tension n'est présente dans les conducteurs, de couper l'alimentation à la source et de cadenasser.

Les deux programmes prévoient donc une méthode de travail sécuritaire soit le cadenassage. On y indique également qu'il faut compléter une fiche de cadenassage avant le début des travaux.

Or, au moment de l'accident, aucune procédure de cadenassage n'est mise en application, aucune fiche de cadenassage n'est complétée et il n'y a aucun responsable du cadenassage. Le maître d'œuvre ne fournit pas le matériel de cadenassage, ni ne désigne un employeur responsable, tel que le prévoit l'article 2.20.11 du CSTC. Aucun cadenassage n'est effectué et il en résulte que le travailleur s'expose à une décharge électrique alors qu'il œuvre à proximité d'une boîte de jonction présentant des éléments sous tension. De plus, considérant l'état du luminaire, le travailleur, de même que toute personne œuvrant à proximité, s'expose à ce même risque.

Bien que son programme de prévention reprenne plusieurs articles de la sous-section 2.20 du CSTC, le maître d'œuvre ne s'assure pas de son application. Ce qui y est prévu n'est pas connu et appliqué par son personnel en autorité au chantier et par les travailleurs de l'entreprise Richard Garrett Électricité inc. Il en est de même chez ce dernier, et ce, malgré un accident similaire survenu au mois d'août 2018. De plus, les informations obtenues sur le chantier du parc de la Savane ainsi que la détérioration observée sur les outils du travailleur accidenté suggèrent que l'absence de cadenassage et le travail sous tension n'étaient pas inhabituels.

En plus du cadenassage, le programme de prévention de l'entreprise Construction Genfor ltée prévoit qu'une analyse sécuritaire de tâches doit être effectuée avant le début de chaque phase des travaux et lors de tous changements apportés aux méthodes de travail, procédés, équipements, etc.

Une grille d'inspection est également prévue pour les travaux d'électricité hors tension, tels les travaux d'installation d'éclairage. Elle prévoit, entre autres, de vérifier la formation et l'information transmise, les procédures et méthodes de travail, l'exécution des travaux hors tension et le contrôle des travaux. Bien que ces mesures soient prévues, aucune analyse sécuritaire de tâches n'a été effectuée pour les travaux électriques exécutés le jour de l'accident et aucune grille d'inspection n'a été complétée. Ces moyens auraient permis d'identifier le risque et de mettre en application les mesures correctives appropriées.

En ce qui a trait à la formation des travailleurs, l'article 2.20.8 du CSTC prévoit que le maître d'œuvre doit notamment s'assurer que les travailleurs soient formés et informés sur les risques liés aux travaux électriques et sur la méthode de contrôle des énergies appliquée. Ces obligations s'ajoutent à celles prévues à l'article 51(9) de la LSST qui prévoient que l'employeur doit informer et former les travailleurs sur les risques reliés à leur travail et assurer la supervision appropriée.

Il est prévu que [I] donne une séance d'accueil lors de l'arrivée des travailleurs au chantier. Pour les électriciens un des sujets de l'accueil est le cadenassage. La semaine de l'accident, des [...] travailleurs qui effectuent les travaux d'installation électrique, [...] a signé le formulaire attestant qu'il a reçu sa séance d'accueil, [...].

L'entreprise Construction Genfor ltée affirme confier la gestion de la santé et de la sécurité du travail pour l'ensemble de ses chantiers au [J]. Selon le mandat qui lui est confié, il a effectué une seule visite au chantier, soit le 28 mai 2019.

Par ailleurs, le jour de l'accident, aucun [...] de l'entreprise Construction Genfor ltée n'est présent. [...]. Ceux-ci ne sont pas informés des mesures prévues au programme de prévention

concernant le cadenassage, ni de comment ils doivent en assurer l'application. D'ailleurs, [I] considère que l'élaboration et la mise en application d'une procédure de cadenassage est la responsabilité des électriciens et ne s'assure pas que le cadenassage soit appliqué. De plus, le maître d'œuvre n'émet aucun écrit autorisant l'entreprise Richard Garrett Électrique inc. à entreprendre tout travail nécessitant le contrôle de l'énergie sur l'installation électrique, et ce, contrairement à ce qui est prévu à l'article 2.20.9 du CSTC.

Pour l'entreprise Richard Garrett Électrique inc., M. [B] [...]. Pour l'ensemble des chantiers de l'entreprise, il fait des rappels aux travailleurs de manière informelle et sporadique sur l'importance de cadenasser. Toutefois, celui-ci n'est présent au chantier que lorsqu'il y a un besoin. Le jour de l'accident, aucune personne en autorité de l'employeur n'est présente.

En identifiant inadéquatement les risques liés à la tâche d'installation d'un luminaire, en n'appliquant aucune des procédures de cadenassage prévues aux programmes de prévention et en n'assurant pas la supervision et la formation nécessaire, le maître d'œuvre et l'employeur ne s'assurent pas que les travaux électriques soient effectués de manière sécuritaire.

Cette cause est retenue.

SECTION 5**5 CONCLUSION****5.1 Causes de l'accident**

- Le travailleur entre en contact avec une pièce sous tension lors de travaux de raccordement d'un luminaire et reçoit un choc mortel de 347 volts.
- Le maître d'œuvre et l'employeur ne s'assurent pas que les travaux électriques soient effectués de manière sécuritaire.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le rapport RAP1290821 de l'intervention du 16 août 2019 informe l'employeur, Richard Garrett Électrique inc., et le maître d'œuvre, Construction Genfor ltée, de l'interdiction d'accès dans le bâtiment du Pavillon de la Savane dans le but de garder les lieux inchangés le temps de l'enquête des inspecteurs de la CNESST et pour protéger les travailleurs étant donné la présence d'autres zones de danger de décharge électrique. Les parties doivent élaborer une procédure de travail sécuritaire permettant le contrôle des énergies dangereuses (cadenassage) et assurer la formation de leurs travailleurs.

Le rapport RAP1291701 de l'intervention du 30 août 2019 informe l'employeur, Richard Garrett Électrique inc., et le maître d'œuvre, Construction Genfor ltée, de l'interdiction d'accès dans le local 028 du bâtiment du Pavillon de la Savane dans le but de garder les lieux inchangés le temps de l'enquête des inspecteurs de la CNESST. L'autorisation d'accès dans le reste du bâtiment est rendue, car une procédure de cadenassage est mise en application puis l'installation électrique du reste du bâtiment est sécurisée par M. [B] et [Q]. Les circuits 3 et 5 du panneau électrique N2 qui contrôlent l'éclairage du local 028 sont ainsi cadenassés et un scellé de la CNESST y est appliqué. Le même rapport informe les parties de la saisie des deux premières sections du luminaire 1 et des pinces du travailleur accidenté aux fins d'enquête.

Le rapport RAP1291754 de l'intervention du 19 septembre 2019 rappelle au maître d'œuvre, Construction Genfor ltée, l'interdiction d'accès dans le local 028 du bâtiment du Pavillon de la Savane dans le but de garder les lieux inchangés le temps de l'enquête des inspecteurs de la CNESST, alors que des travaux ont cours dans le local 028 et que, de ce fait, les lieux soient modifiés par le maître d'œuvre. Le maître d'œuvre verrouille alors le local et appose une affiche qui diffuse l'interdiction à toutes les parties sur place.

Le rapport RAP1291796 de l'intervention du 16 octobre 2019 informe l'employeur, Richard Garrett Électrique inc., et le maître d'œuvre, Construction Genfor ltée, de l'autorisation d'accès au local 028 du bâtiment du Pavillon de la Savane. Le scellé sur les circuits 3 et 5 du panneau électrique N2 est retiré puisque les boîtes de jonction de raccordement des luminaires du local 028 sont débranchées et fermées par un couvercle par M. [B].

5.3 Suivi de l'enquête

Pour éviter qu'un tel accident se reproduise, la CNESST demandera à la Corporation des maîtres électriciens d'informer leurs membres des conclusions de l'enquête. La CNESST rappellera la nécessité de travailler hors tension notamment lors de branchement d'appareillage électrique.

De plus, le ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, dans le cadre de son partenariat avec la CNESST visant l'intégration de la santé et de la sécurité dans la formation professionnelle et technique, diffusera, à titre informatif et à des fins pédagogiques, le rapport d'enquête dans les établissements de formation offrant le programme d'études en Électricité. L'objectif de cette démarche est de supporter les établissements de formation et les enseignants dans leurs actions pédagogiques destinées à informer leurs étudiants sur les risques auxquels ils seront exposés et sur les mesures de prévention qui s'y rattachent.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : [H]

Sexe : [...]

Âge : [...]

Fonction habituelle : [...]

Fonction lors de l'accident : électricien

Expérience dans cette fonction : [...]

Ancienneté chez l'employeur : [...]

Syndicat : [...]

ANNEXE B**Liste des témoins et des autres personnes rencontrées et contactées**

- M. [S], Association patronale des entreprises en construction du Québec (APECQ)
- M. [M], Richard Garrett Électrique inc.
- M. [T], Couverture Montréal Nord ltée
- M. [N], Richard Garrett Électrique inc.
- Mme [U], Selux Corporation
- M. [V], Groupe C. & G. Beaulieu inc.
- M. [Q], Construction Genfor ltée
- M. [P], Richard Garrett Électrique inc.
- M. [W], 9311-8925 Québec inc. (Plomberie Dion Desjardins)
- M. [B], Richard Garrett Électrique inc.
- M. [X], Groupe C. & G. Beaulieu inc.
- M. [Y], Couverture Montréal Nord ltée
- M. [Z], Couverture Montréal Nord ltée
- Mme [A1], Couverture Montréal Nord ltée
- M. [B1], Construction Genfor ltée
- Mme [C1], Richard Garrett Électrique inc.
- M. [J], Association patronale des entreprises en construction du Québec (APECQ)
- M. [D1], Selux Corporation
- M. [E1], 9208-9812 Québec inc. (Nadeau Ultra Tech)
- M. [F1], Couverture Montréal Nord ltée
- Mme [G1], EDP inc.
- M. [I], Construction Genfor ltée
- M. [H1], 9208-9812 Québec inc. (Nadeau Ultra Tech)
- M. [I1], Richard Garrett Électrique inc.
- M. [J1], Couverture Montréal Nord ltée
- M. [K1], Richard Garrett Électrique inc.
- M. [L1], EDP inc.
- M. [M1], 9162-6283 Québec inc. (Peintres CertaPro)
- M. [N1], Selux Corporation
- M. [A], Construction Genfor ltée
- M. [O1], Excavation et Construction Gélinas inc.
- M. [O], Richard Garrett Électrique inc.

ANNEXE C

Rapport d'expertise



RÉSEAU D'EXPERTISE
EN PRÉVENTION-INSPECTION

RAPPORT D'EXPERTISE

*Parc de la Savane (Richard Garrett
Électrique Inc.)
Accident Luminaire
16 août 2019*

Rapport présenté à

Jérémie Filion inspecteur
Simon Guay inspecteur
Direction régionale de Montréal
CNESST

Préparé par

Éric Deschênes ing.
Direction générale de la prévention-inspection
CNESST

27 Septembre 2019

CNESST

SOMMAIRE

1. Mise en contexte
2. Description du mandat
3. Méthodologie
4. Informations recueillies
5. Analyse
6. Conclusion
7. Annexes

1. Mise en contexte

But : Une électrocution est survenue à un travailleur sur un luminaire DEL alors qu'il procède à son installation et que son boîtier était énergisé. Le luminaire en question est un assemblage de cellules de diodes électroluminescentes alimentés par un bloc d'alimentation, le tout monté dans un boîtier métallique (voir photo#1-2).



Photo#1 Luminaire DEL suspendus au plafond



Photo#2 : Intérieur du luminaire

2. Description du mandat

Les inspecteurs au dossier souhaitent comprendre comment le boîtier du luminaire a pu devenir énergisé. Pour ce faire, nous allons examiner de plus près le design du luminaire, le branchement à l'alimentation ainsi que du circuit électronique du bloc d'alimentation.

3. Méthodologie (facultatif)

N/A

4. Informations recueillies

Données techniques des composantes du système:

1-Luminaire Selux modèle type K ;

2-Bloc d'alimentation Philips Advance , Voltage d'entrée :347Vac;
courant d'entrée 0.18 ampères; voltage de sortie : 27-54 Vdc, courant de sortie : 0.1 à 1.5Adc

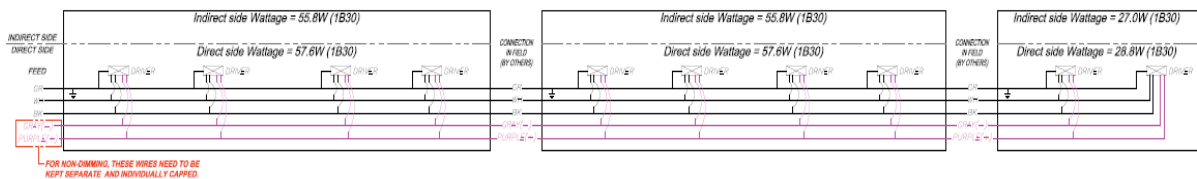
3- Les luminaires mesurent 8 pieds ou 4 pieds. La configuration du luminaire sur lequel est survenu l'accident est de 20 pieds soit deux luminaires de 8 pieds et un de 4 pieds.

4-Les boîtiers des luminaires s'attachent via des vis pour donner la longueur voulue.

5- Les luminaires sont suspendues au plafond via des câbles métalliques.

6-L'alimentation de chaque bloc d'alimentation se fait de manière parallèle par des connexions avec des capuchons de connexions (marettes).

7-Pour une configuration 20 pieds, il y a dix blocs d'alimentation de connectés en parallèle, tel que démontré au schéma suivant :



5. Analyse

Les informations suivantes ont été recueillies sur place :

- 1- Trois luminaires sont assemblés afin de donner la longueur voulue (20 pieds). Toute les connexions interne de l'alimentation de chaque bloc (10 au total) sont effectuées. La connexion principale de l'alimentation est effectuée dans la section du luminaire le plus près de la boîte de jonction située au plafond;
- 2-Seul le fil noir (vivant 600Vac), provenant de la boîte de jonction branché au luminaire de connexion principale (le neutre et la continuité des masses n'est pas branché au luminaire);
- 3-Le travailleur procède à la connexion de l'alimentation sous-tension ;
- 4- Lors de l'assemblage de deux sections de luminaires, le fil neutre et le fil de mise à la terre se coincent à la jonction des deux boîtiers métalliques et une partie de l'isolation est altérée et met le conducteur de cuivre à nu. Ce qui signifie que le neutre est en contact avec le boîtier métallique (voir photo #3);

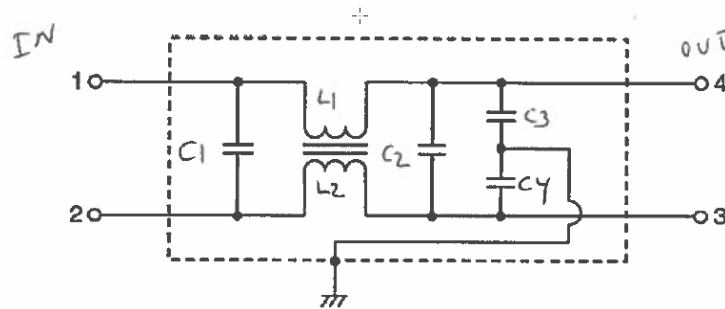


Photo #3 fil neutre et malt altérée et enveloppe fondue par passage de courant

5- Une section du câble de suspension avoisinant la boîte de jonction est noircie. De plus, du poil est retrouvé sur ce même câble.

Particularité du bloc d'alimentation :

Les blocs d'alimentation sont simplement des circuits constitués de plusieurs composantes électroniques qui permettent de convertir le voltage disponible au bâtiment en un voltage approprié pour alimenter les diodes électroluminescentes. Tous les blocs d'alimentation possèdent un étage de filtration et ce dans le but de respecter la norme de compatibilité électromagnétique (EN-55022/032). Le but du filtre est de retenir à l'intérieur du bloc, le bruit provenant de l'étage du convertisseur qui fonctionne à des fréquences pouvant perturber des appareils branchés à la même alimentation. Ce filtre est constitué de composantes tel que condensateurs et bobines qui ressemble à ceci :



Étage de filtration schéma



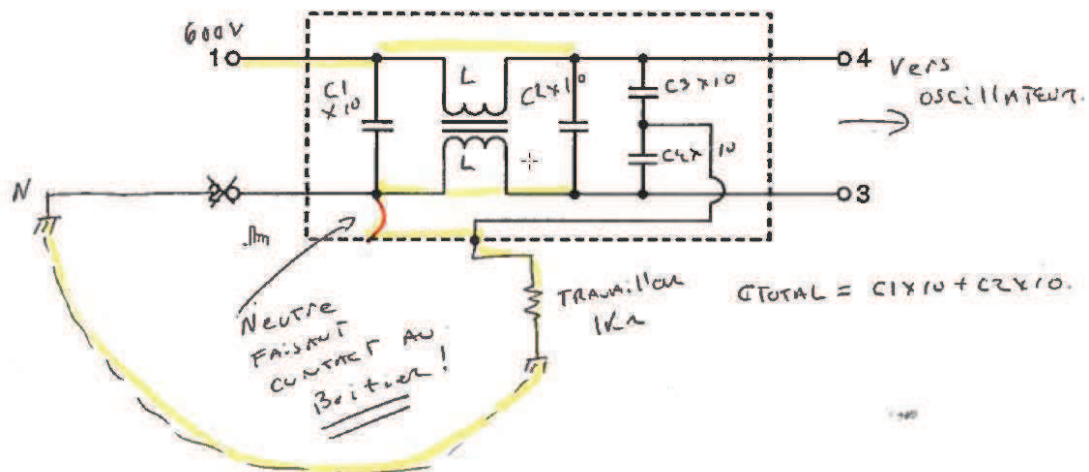
Étage de filtration du bloc d'alimentation

Présence de tension sur le boîtier du luminaire :

Les faits suivants ont permis à ce que le boîtier du luminaire devienne sous-tension :

- Le fil d'alimentation 600 volts est branché sur les 3 sections de luminaire totalisant 20 pieds;
- Le fil neutre fait contact avec le boîtier à la suite de son coincement durant l'assemblage des sections;
- Le boîtier n'est pas relié à la terre par la continuité des masses.

On se retrouve dans la situation suivante :



Cette décharge électrique provient directement des 2 condensateurs branchés entre la ligne et le neutre soit C1 et C2. Puisqu'il y a 10 blocs d'alimentation branchés en parallèle, la capacité totale donnera ainsi $10 \times (C1 + C2)$ dans le cas qui nous concerne $10 \times (0.1\mu\text{f} + 0.047\mu\text{f})$ soit $1.47\mu\text{F}$. En se basant sur l'impédance des condensateurs C1 et C2, que la résistance du travailleur se situe approximativement à 1000 ohms, et que la tension du circuit est de 347 volts (voltage entre une phase de 600 v et le neutre), on obtient un courant de 168 ma (voir détail du calcul en annexe). Le travailleur en touchant au câble de suspension avec son bras droit en même temps que sa main gauche touche à un élément conducteur mis à la terre par continuité des masses, ferme la boucle du circuit et permet ainsi au courant de passer par le cœur de l'électricien (choc bras-main) et de retourner à sa source.

6. Conclusion

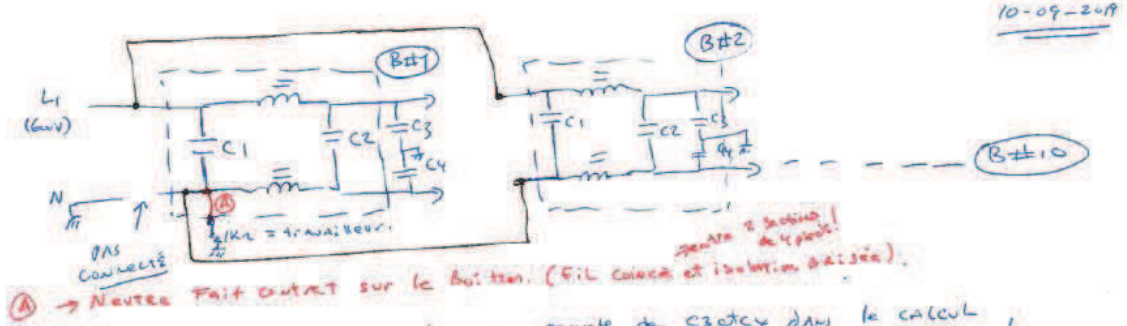
Le travail en présence de tension combiné au branchement du fil vivant (600v), au contact du neutre avec le boîtier métallique et à ce qu'aucune liaison de continuité des masses provenant de l'alimentation principale soit établie, a permis d'énergiser le boîtier ainsi que les câbles de suspension du luminaire. Le scénario d'électrocution retenue fait en sorte que le bras droit du travailleur fait contact au câble de suspension métallique en même temps que sa main gauche touche à une composante mise à la terre telle que : la boîte de jonction ou une des canalisations métalliques présentes au plafond. Selon mes calculs, un courant approximatif de 168ma est passé par le travailleur. En prenant pour acquis qu'un courant moyen de 80ma appliqué pendant une seconde peut provoquer un arrêt cardiaque (IEC-60479-1), on comprend que le travailleur n'a eu aucune chance de survivre à ce choc.

7. Références

Norme IEC-60479-1, Effet du courant sur l'homme et les animaux domestiques Partie 1 : aspects généraux

8. Annexe

Calcul du courant qu'a subi le travailleur :



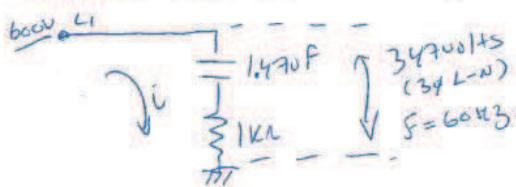
$C_1 = 0,1\mu F$
 $C_2 = 0,047\mu F$
 $C_3 \text{ et } C_4 = 1nF$

on ne tiendra pas compte de C_3 et C_4 dans le calcul car leur apport au circuit n'est pas significatif!

La capacité du circuit de filtration est C_1 en parallèle avec C_2 soit $C_1 + C_2 = 0,147\mu F$, cette valeur on la multiplie par 10 puisqu'il y a 10 blocs d'alimentation.

Soit $C_{TOTAL} = 0,147\mu F \times 10 = 1,47\mu F$

On aura donc le circuit équivalent suivant :



Calcul du courant i circulant dans le travailleur :

$$|i| = \frac{|V|}{|Z|} \rightarrow |Z| = \sqrt{X_C^2 + R^2} =$$

$$|Z| = \sqrt{\left(\frac{1}{j2\pi 60 (1,47\mu F)}\right)^2 + (1000)^2}$$

$$|Z| = \sqrt{(805)^2 + 1000^2} = 2064 \Omega$$

$$|i| = \frac{3470}{2064} = 168 \text{ mA}$$

Le 23 octobre 2019

**COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ
ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL**

Monsieur Pierre Privé, coordonnateur aux enquêtes
Direction générale de la prévention-inspection et du partenariat
1199, rue Bleury, 7^e étage
Montréal (Québec) H3B 3J1

LIEU DE L'ACCIDENT

Parc de la Savane
5111 rue Paré,
Montréal (Québec) H4P 1P4

Date de l'inspection : Le 23 août 2019
Heure d'arrivée : 8 h
Heure de départ : 12 h 30

PERSONNES PRÉSENTES

Simon Guay, inspecteur CNESST
Jérémie Fillion, ingénieur et ergonomiste CNESST
Daniel Mercier, maître électricien Nadeau Ultra Tech
Jean-Philippe, LaFrance, électricien Nadeau Ultra Tech

MANDAT

Identifier la ou les causes qui ont pu causer l'électrocution d'un travailleur.

FAITS RELATÉS

Un inspecteur de la CNESST, monsieur Simon Guay, nous relate qu'un électricien est décédé à proximité d'une installation électrique sous tension. Le travail de l'électricien consistait à effectuer branchement de luminaires suspendus à des boîtes de jonctions situées au plafond.



Photo A

ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER :

- La tension pour l'éclairage est de 347 Volts monophasés;
- des conducteurs dont la gaine a été enlevée sortent de la boîte de jonction #1;
- des conducteurs sans capuchons isolants (marrettes) sortent de la boîte de jonction #2 et pourraient accidentellement devenir en contact avec un conduit métallique. Ces conducteurs semblent être reliés à ceux de la boîte de jonction #1 (voir photo A);
- de la tension a été observée à l'aide d'un voltmètre entre le luminaire suspendu #1 et des équipements non porteur de tension reliée par continuité des masses à proximité;
- aucune tension a été observée à l'aide d'un voltmètre entre le luminaire suspendu #2 et des équipements non porteur de tension reliée par continuité des masses à proximité;
- un détecteur de mouvement permettant l'activation des luminaires est prévu au plan d'installation électrique. Selon ce plan le détecteur de mouvement est monté en série avec le gradateur et;
- le même type de travail est effectué dans un local à proximité (gymnase).



Photo B



Photo C

ÉTAT DES LIEUX

Lorsque nous sommes arrivés sur les lieux, les raccordements à la boîte de jonction #1 étaient les suivants : le conducteur NOIR du luminaire #1 était raccordé (Conducteur ROUGE) et les conducteurs VIOLET et GRIS du luminaire (signal 0-10V du gradateur) étaient raccordés aux conducteurs allant au gradateur. Le conducteur BLANC (Neutre) et le conducteur VERT (MALT) du luminaire étaient dénudés et non raccordés.

TEST DE CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE ENTRE LES CANALISATIONS MÉTALLIQUES ET LA MISE À LA TERRE DU BÂTIMENT

Un test de continuité électrique a démontré avec satisfaction qu'il y avait continuité des masses entre les canalisations électriques métalliques à proximité du lieu de l'accident et la mise à la terre du bâtiment.

TEST DE TENSION ENTRE LE CADRAGE DU LUMINAIRE ET SES ACCESSOIRES

Nous avons constaté une tension de 347V entre les canalisations électriques à proximité et les châssis des luminaires et ses accessoires. Après avoir mis hors tension le circuit alimentant les luminaires, nous avons désassemblé ces derniers et avons trouvé 2 conducteurs coincés dans le châssis et en contact avec celui-ci, soit le conducteur VERT et le conducteur BLANC (voir Photo B).

Cette erreur d'assemblage expliquerait la présence d'une tension au luminaire, le conducteur NOIR du luminaire étant alimenté. Nous sommes d'avis qu'une tension de 347V appliqué au conducteur NOIR du ballast a permis le passage d'un courant à travers celui-ci alimentant le conducteur BLANC et le conducteur VERT, électrisant par le fait même le châssis du luminaire et ses accessoires (voir Photo C).

CONCLUSION

Dans ces circonstances nous confirmons qu'il y avait une différence de potentiel de 347 volts entre le châssis des luminaires (incluant ses câbles de support) et les canalisations électriques métalliques à proximité. Un contact simultané entre ces deux points a pu causer l'électrocution du travailleur.



Daniel Mercier m.el.

ANNEXE D**Références bibliographiques**

http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ARROND_CDN_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PLAN%20DIR%20ECTEUR%20DES%20PARCS%20ET%20DES%20ESPACES%20VERTS_SANS%20ANNEXE.PDF

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, à jour au 31 décembre 2019*, [En ligne], Québec, Éditeur officiel du Québec, 2019, 75 p. [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cs/S-2.1.pdf>] (Consulté le 13 mars 2020).

QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction, chapitre S-2.1, r.4, à jour au 1^{er} décembre 2019*, [En ligne], Québec, Éditeur officiel du Québec, 2019, 213 p. [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cr/S-2.1,%20R.%204.pdf>] (Consulté le 13 mars 2020)

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques. Partie 1, aspects généraux*, 4^e éd., Genève, CEI, 2005, 117 p. (IEC/TS: 60479-1:2005/Amd. 1:2016).

SABOURIN, Guy. « Fini le travail sous tension au Québec! Dossier », *Prévention au travail*, vol. 23, no 4, automne 2010, p. 7-14.