

EN004421

RAPPORT D'ENQUÊTE

Accident ayant causé la mort d'un travailleur de l'entreprise Irrigation Experts 2018 inc., survenu le 6 juin 2023 sur un lieu de travail situé au 398, boulevard des Prairies à Laval

Version dépersonnalisée

Service de la prévention-inspection – Laval

Inspectrice :

Tania Côté

Inspecteur :

Maxime Robert, ing.

Date du rapport : 01/05/2024

Rapport distribué à :

- Monsieur Ghyslain Lavoie, président, Irrigation Experts 2018 inc.
- Maître Julie-Kim Godin, coroner
- Monsieur Jean-Pierre Trépanier, directeur de la santé publique, Centre intégré de santé et de services sociaux de Laval

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 DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3
<u>3</u>	<u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u>	<u>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>6</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	6
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	6
4.2.1	DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE	6
4.2.2	MÉTHODE D'INSTALLATION DE LA POMPE SUBMERSIBLE	8
4.2.3	OBSERVATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES SUR LA SCÈNE DE L'ACCIDENT	10
4.2.4	EXPÉRIENCE ET FORMATION DU TRAVAILLEUR	11
4.2.5	SPÉCIFICATIONS ET FONCTIONNEMENT DE LA POMPE	12
4.2.6	EXPERTISE DE LA POMPE SUBMERSIBLE DE MARQUE GRIZZLY ET DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES	12
4.2.7	EFFETS DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE CORPS HUMAIN	14
4.2.8	LOI, RÉGLEMENTATION ET RÈGLE DE L'ART	16
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	18
4.3.1	LE TRAVAILLEUR REÇOIT UNE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE LORS DE L'INSTALLATION D'UNE POMPE SUBMERSIBLE DANS UNE RIVIÈRE	18
4.3.2	LA MÉTHODE DE TRAVAIL AU NIVEAU DU CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EST DÉFICIENTE.	19
<u>5</u>	<u>CONCLUSION</u>	<u>21</u>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	21
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	21
5.3	SUIVI DE L'ENQUÊTE	21

ANNEXES

ANNEXE A :	Accidenté	22
ANNEXE B :	Liste des personnes interrogées	23
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	24
ANNEXE D :	Références bibliographiques	54

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

Le 6 juin 2023, vers 6 h, un travailleur installe une pompe submersible et son support dans la rivière afin d'alimenter le système d'arrosage extérieur de la maison. Aux environs de 6 h 30, il est retrouvé inanimé sur la rive, couché au sol, face contre terre et la partie inférieure de ses jambes dans l'eau.

Conséquence

Le travailleur décède.



Figure 1 - *Bord de la rivière avec la pompe submersible partiellement installée*

Source : CNESST

Abrégé des causes

- Le travailleur subit une électrocution lors de l'installation d'une pompe submersible dans une rivière.
- La méthode de travail au niveau du contrôle de l'énergie électrique est déficiente.

Mesures correctives

Le 6 juin 2023, une décision interdisant les travaux relatifs à l'ouverture du système d'irrigation, incluant l'installation de la pompe dans la rivière, sur le lieu de travail situé au 398, boulevard des Prairies à Laval est rendue pour des fins d'enquête. Cette décision figure au rapport d'intervention RAP1428689.

Un avis de correction est également émis afin que l'employeur élabore et mette en application un programme de prévention propre à son entreprise. Cet avis de correction figure au rapport d'intervention RAP1430595. Le correctif est effectué le 24 septembre 2023 (rapport d'intervention RAP1440157).

Le 9 juin 2023, une autre décision est rendue afin d'interdire les travaux relatifs à l'installation et la mise en marche de pompes submersibles pour les ouvertures et fermetures de systèmes d'irrigation compte tenu de l'accident survenu lors de l'exécution de ce type de travaux. Cette décision figure au rapport d'intervention RAP1428953.

Les décisions rendues le 6 juin 2023 (rapport d'intervention RAP1428689) et le 9 juin 2023 (rapport d'intervention RAP1428953) sont permanentes, car l'employeur cesse toute installation de pompe submersible reliée à un système d'arrosage. Désormais, seuls les systèmes d'arrosage qui sont alimentés en eau par le réseau de distribution de la ville seront installés chez les clients. Ces décisions figurent au rapport d'intervention RAP1456156.

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**

L'activité principale de l'établissement est l'ouverture, la fermeture et l'installation de systèmes automatisés d'arrosage de pelouse. L'entreprise fait partie du secteur d'activité économique (01) - *Bâtiments et travaux publics*.

Irrigation Experts 2018 inc. est une entreprise familiale fondée par son président, monsieur Ghyslain Lavoie, ci-après nommé « l'employeur », et figure au Registraire des Entreprises du Québec (REQ) depuis 2018.

Le personnel qui travaille dans l'entreprise est constitué du président, de deux vice-présidents ainsi que de quatre à neuf travailleurs, essentiellement des étudiants. L'horaire de travail est de jour et variable d'une semaine à l'autre en fonction des contrats reçus.

Le président gère les opérations de l'entreprise, prend les ententes avec les clients et participe à la formation des nouveaux travailleurs. Monsieur A [REDACTED], ci-après nommé « le travailleur », est une personne en autorité qui relève directement du président. Il s'agit d'une petite entreprise où le président et les vice-présidents participent quotidiennement aux activités de production avec les travailleurs.

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail**2.2.1 Mécanismes de participation**

Il n'y a pas de mécanisme de participation des travailleurs dans le milieu de travail.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Comme Irrigation Experts 2018 inc. fait partie du secteur d'activité économique (01) - *Bâtiments et travaux publics*, la mise en application d'un programme de prévention est obligatoire en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST). Il n'y a pas de programme de prévention dans l'entreprise.

Les méthodes de travail sont déterminées par l'employeur et il en informe les travailleurs de façon informelle et verbale.

Les nouveaux travailleurs sont formés par compagnonnage. Durant cette période, ils sont sous la supervision d'un des représentants de l'employeur qui assure une présence sur les différents lieux de travail. Par la suite, les travaux sont réalisés chez les clients par des équipes d'au moins deux travailleurs.

Certaines tâches sont effectuées exclusivement par les personnes en autorité, notamment l'opération de la machinerie qui fait les tranchées pour y placer les tuyaux ainsi que l'installation des pompes submersibles dans les plans d'eau.

L'employeur fournit aux travailleurs les équipements de protection individuelle (EPI) et les outils requis pour accomplir leur travail. Deux travailleurs possèdent une formation à jour pour agir à titre de secouristes en milieu de travail.

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

Le lieu de travail est situé au 398, boulevard des Prairies à Laval. Il s'agit d'une maison dont la cour arrière se situe sur le bord de la rivière des Prairies. La cour est composée essentiellement d'un espace gazonné, d'arbres, d'une piscine creusée et d'un cabanon. Un passage aménagé permet un accès direct à la rivière (voir figure 2). Selon les données d'Environnement Canada, le 6 juin 2023 vers 6 h, la température près de Laval est de 14,4 °C et le ciel est généralement nuageux.



Fig. 2 - Cour arrière de la maison et passage vers la rivière des Prairies

Source : CNESST

3.2 Description du travail à effectuer

Le jour de l'accident, la tâche consiste à l'ouverture du système d'arrosage automatisé du gazon à partir de la cour arrière de la résidence. Une pompe submersible doit être installée dans l'eau de la rivière afin de l'acheminer vers les gicleurs répartis à plusieurs endroits sur le gazon. La pompe est reliée à un panneau d'alimentation électrique installé dans un cabanon. Un panneau de contrôle programmable avec minuterie permet de contrôler de manière automatique les périodes d'arrosage.

Le travailleur effectue seul l'installation de la pompe. Le collègue qui devait l'accompagner est absent. Cette tâche amène le travailleur à positionner la pompe et son support dans la rivière, à environ 2,1 m du bord de la rive. À ce moment, il est vêtu d'un maillot de bain et porte des sandales.

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

Le 6 juin 2023, le travailleur débute sa journée de travail vers 5 h. Il effectue des travaux d'ouverture de système d'irrigation automatisé pour des clients dans le secteur résidentiel.

Vers 5 h 30, il envoie un message texte à l'employeur pour l'informer qu'il vient chercher des équipements au siège social situé au 3244, rue Cynthia à Laval. Le travailleur s'y présente vers 5 h 40. Il prend les pièces nécessaires pour faire les connexions du système d'arrosage et quitte les lieux vers 5 h 45 en direction du **B**.

Vers 6 h, le travailleur arrive seul sur le lieu de travail situé au 398, boulevard des Prairies pour faire l'installation de la pompe submersible qui alimente le système d'arrosage automatisé. Il s'agit d'une maison adjacente à la rivière des Prairies. Il sort la pompe et les conducteurs d'alimentation qui sont entreposés dans le cabanon situé à l'arrière de la maison. Il fait les jonctions thermorétractables des trois conducteurs qui relient la pompe au panneau d'alimentation électrique positionné dans le cabanon.

Vers 6 h 25, le travailleur appelle l'employeur pour le questionner sur la façon de brancher adéquatement les trois conducteurs (vert, rouge-jaune, bleu) reliés à la pompe. Environ cinq minutes après lui avoir donné les directives, l'employeur envoie un message texte au travailleur et n'obtient pas de réponse.

Vers 6 h 30, le travailleur est retrouvé étendu au sol, face contre terre. La partie inférieure de ses jambes est dans l'eau alors que le reste de son corps est situé sur le sol rocailleux en bordure de la rivière. Les effets personnels et les outils du travailleur se trouvent au sol, à proximité de ce dernier.

B retourne le travailleur sur le dos. Un appel est logé au 911 et des manœuvres de réanimation sont amorcées. Le travailleur est transporté à l'hôpital du Sacré-Cœur-de-Montréal où son décès est constaté.

4.2 Constatations et informations recueillies**4.2.1 Distribution électrique**

Les installations électriques qui servent à alimenter les équipements extérieurs, notamment la pompe du système d'arrosage du gazon, sont placées dans le cabanon. Un panneau d'alimentation électrique, un programmateur électronique (minuterie) et un commutateur à commande électrique (contacteur) y sont notamment présents (voir figure 3). À l'intérieur de ce panneau, on retrouve plusieurs disjoncteurs dédiés aux équipements extérieurs. Les circuits sont identifiés par des étiquettes portant le nom de l'équipement. Le disjoncteur deux pôles de la pompe impliquée dans l'accident alimente une charge à 240 volts.

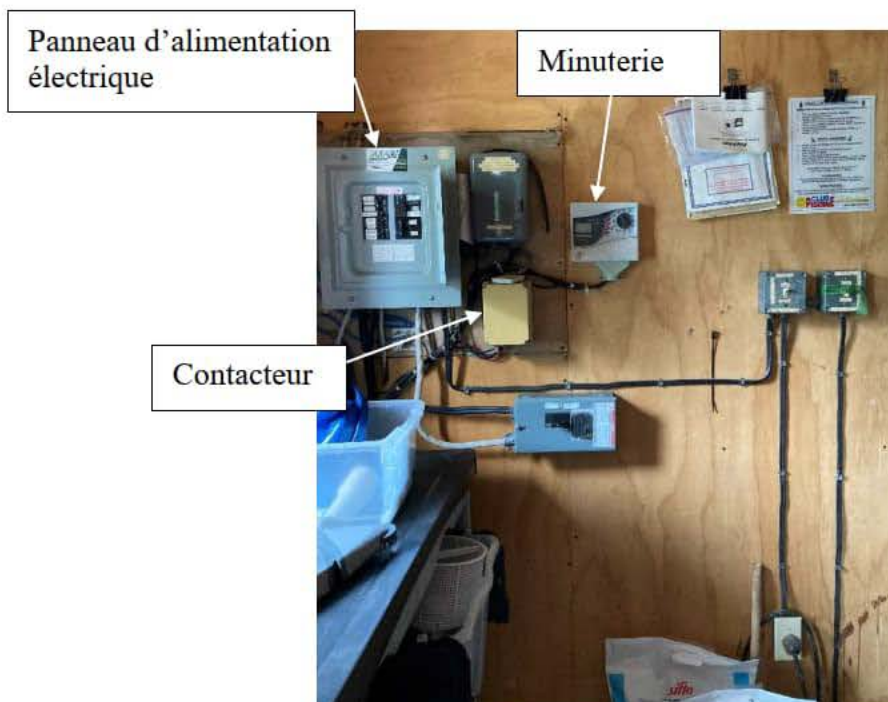


Fig. 3 - Installations électriques dans le cabanon
Source : CNESST

La minuterie est de marque Rain Bird, modèle E-6C, et est reliée au système d'arrosage (voir figure 4). Elle permet de programmer les heures d'arrosage zone par zone, selon les différents jours de la semaine. La minuterie est alimentée par le panneau d'alimentation électrique du cabanon. On retrouve notamment sur celle-ci les modes « AUTO » et « OFF ».

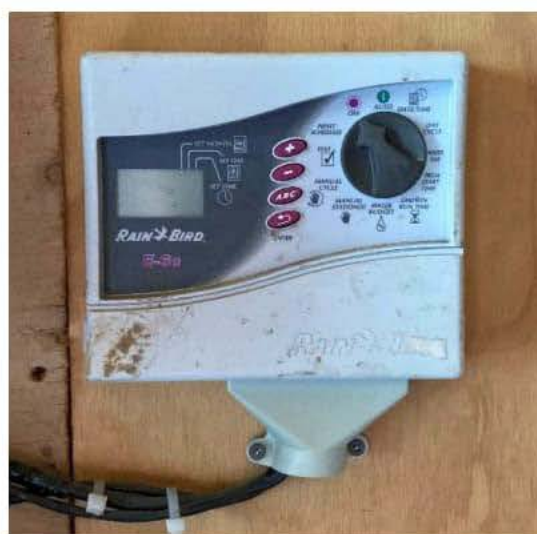


Fig. 4 - Minuterie de marque Rain Bird
Source : CNESST

Le mode « AUTO » permet le fonctionnement de la pompe selon la programmation établie. Lorsque le mode « OFF » est sélectionné, aucune commande n'est envoyée au moteur de la

pompe. Selon le manuel du fabricant de la minuterie, ce mode est utilisé lors d'une période de pluie ou pour toutes autres périodes où l'arrosage n'est pas requis.

Pour que la pompe submersible du système d'arrosage soit mise en marche, le disjoncteur identifié « pompe » du panneau d'alimentation électrique doit être en position « ON » et le sélecteur de la minuterie en mode « AUTO ». La minuterie envoie le signal au contacteur, ce qui permet la mise en marche ou la mise à l'arrêt de la pompe qui achemine l'eau de la rivière vers les valves d'arrosage.

4.2.2 Méthode d'installation de la pompe submersible

Irrigation Experts 2018 inc. effectue l'ouverture et la fermeture du système d'arrosage automatisé du gazon de la maison située au 398, boulevard des Prairies depuis la fondation de l'entreprise en 2018. Les travaux d'ouverture nécessitant l'installation d'une pompe submersible sont habituellement réalisés en équipe de deux personnes.

Les principales étapes pour l'installation de la pompe submersible dans la rivière sont transmises verbalement aux travailleurs. Selon l'employeur, elles consistent à :

- Mettre en position « OFF » le disjoncteur qui alimente la pompe;
- Placer la minuterie en mode « OFF »;
- Procéder au raccordement des conducteurs électriques de la pompe aux conducteurs reliés au panneau d'alimentation électrique;
- Raccorder le conduit d'eau à la pompe;
- Installer la pompe et son support métallique dans la rivière;
- Remettre en position « ON » le disjoncteur;
- Remettre la minuterie en mode « AUTO »;
- Vérifier si l'eau sort des gicleurs.

Pour procéder au raccordement des conducteurs électriques de la pompe aux conducteurs reliés au panneau d'alimentation électrique, des jonctions thermorétractables doivent être effectuées. Il s'agit d'un type de jonction rétractable que l'on chauffe afin qu'elle puisse sceller la connexion entre les deux fils électriques (voir figure 5).

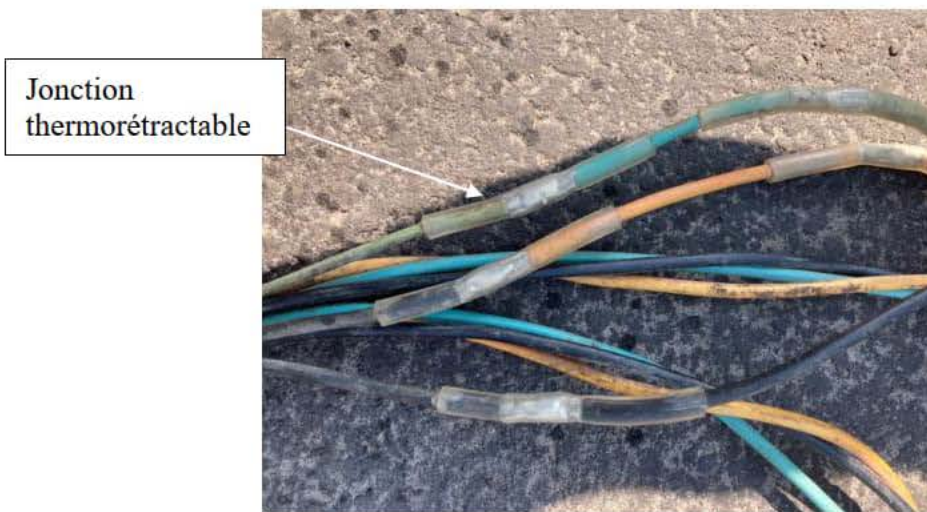


Fig. 5 - Jonctions thermorétractables qui relient les conducteurs de la pompe au système d'alimentation électrique
Source : CNESST

La réalisation des jonctions thermorétractables nécessite l'utilisation d'une pince coupante, d'une pince à sertir ainsi que d'une torche ou d'un pistolet thermique. Les extrémités des conducteurs à relier sont d'abord dénudées et placées de part et d'autre de la gaine de jonction munie d'une cosse métallique. Les fils de même couleur doivent être reliés ensemble. Les extrémités des conducteurs sont serties dans la cosse métallique par les pinces. La gaine est ensuite chauffée par la torche ou le pistolet thermique.

Pour installer la pompe, elle doit être fixée à son support métallique conçu pour reposer sur ses deux appuis au fond de l'eau (voir figures 6 et 7).



Fig. 6 - Pompe sur son support
Source : CNESST



Fig. 7 - Support de la pompe qui repose sur ses deux appuis à l'extérieur de l'eau métallique
Source : CNESST

4.2.3 Observations et informations recueillies sur la scène de l'accident

Le travailleur est trouvé par B étendu au sol, inanimé, face contre terre. La partie inférieure de ses jambes, allant de ses pieds jusqu'aux mollets, se trouve dans l'eau. Le reste de son corps est à l'extérieur de l'eau (voir figure 8).



Fig. 8 - Bord de la rivière où le travailleur est retrouvé

Source : CNESST

La pompe et son support sont installés dans l'eau, à environ 2,1 m de la rive. Un des appuis du support est positionné vers le haut et sort de l'eau (voir figure 8). L'employeur indique que la pompe n'est pas dans sa position finale dans la rivière au moment de l'accident.

Les vêtements et les outils du travailleur sont placés à quelques mètres du bord de la rivière (voir figure 9). Un tournevis plat, une pince coupante, une pince à sertir ainsi qu'une torche sont retrouvés sur place (voir figure 10).



Fig. 9 et 10 - Vêtements et outils de travail rangés près du lieu de l'accident

Source : CNESST

Les conducteurs d'alimentation de la pompe et de mise à la terre sont coincés dans une poutre métallique (voir figure 11). Il s'agit d'une poutre d'une longueur de 3,4 m située sur le bord de l'eau.



Fig. 11 - Conducteurs de la pompe coincés dans la poutre en bord de rive

Source : CNESST

Les joints thermorétractables sur les conducteurs sont complétés. Les deux conducteurs d'alimentation et le conducteur de mise à la terre de la pompe sont reliés au panneau d'alimentation électrique situé dans le cabanon.

Le disjoncteur du panneau d'alimentation électrique relié à la pompe est en position « ON » et la minuterie est en mode « OFF ». B mentionne que le disjoncteur de la pompe n'a pas été manipulé entre l'arrivée du travailleur et le moment de l'accident.

À la suite de l'accident, le panneau d'alimentation électrique du cabanon est mis hors tension par B. Le 7 juin 2023, à la demande de la CNESST, une vérification des installations électriques qui alimentent la pompe du système d'irrigation est effectuée par un électricien de La Cie Électrique Britton ltée.

4.2.4 Expérience et formation du travailleur

Le travailleur possède environ d'expérience dans le domaine de l'irrigation des pelouses, incluant l'ouverture et la fermeture des systèmes chez les clients résidentiels. Au sein de l'entreprise, il a reçu de la formation et du compagnonnage pour accomplir son travail.

En , l'employeur forme le travailleur sur la procédure d'installation des pompes submersibles faisant partie d'un système d'irrigation. Cette formation inclut la pose des joints thermorétractables sur les conducteurs électriques.

Entre [REDACTED], le travailleur effectue plusieurs installations sous la supervision de l'employeur.

Depuis [REDACTED], le travailleur effectue sans supervision plusieurs installations de pompe dans l'eau.

4.2.5 Spécifications et fonctionnement de la pompe

Il s'agit d'une pompe submersible composée d'un moteur et d'une pompe. La pompe, de marque Red Jacket, modèle Grizzly, est reliée à un conduit d'alimentation d'eau d'un diamètre de 10 cm. Le moteur de la pompe est de marque Franklin Electric, modèle 2445089003, d'une phase à 60 hertz, 230 volts et de 8,2 ampères. L'équipement appartient au [REDACTED] et est utilisé depuis plus de 10 ans.

Le fabricant de la pompe a élaboré un manuel d'utilisation qui contient les directives d'installation, d'utilisation et d'entretien de l'équipement. Le manuel n'est pas disponible sur le lieu de travail, mais il est accessible en ligne. Le document identifie notamment les installations courantes pour cet équipement et les mesures préventives à respecter. Selon le manuel d'utilisation, il s'agit d'un équipement conçu pour être utilisé dans un puits ou une fosse d'aspiration, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

4.2.6 Expertise de la pompe submersible de marque Grizzly et des installations électriques

Afin de procéder à l'expertise électrique de la pompe submersible de marque Grizzly impliquée dans l'accident, la CNESST a mandaté les services de l'entreprise CEP Forensique. Un rapport d'investigation est rédigé par monsieur [REDACTED], ingénieur, en date du 2 octobre 2023. Il contient les investigations, les résultats des essais en laboratoire ainsi qu'une analyse technique. Ce rapport tient également compte des observations de l'électricien de La Cie Électrique Britton ltée.

4.2.6.1 Analyse selon le Code de construction du Québec, Chapitre V - Électricité

L'analyse technique du rapport de l'ingénieur révèle les éléments suivants en regard de la conformité avec le *Code de construction du Québec*, Chapitre V Électricité, ci-après nommé « le Code » :

- La pompe submersible est alimentée par deux conducteurs électriques ayant chacun une différence de potentiel de 120 volts par rapport à la terre. La tension à la terre de la pompe est donc en deçà de la limite maximale permise établie à 150 volts par le Code. De ce fait, l'installation de cette pompe est permise dans un plan d'eau;
- Les conducteurs d'alimentation et de mise à la terre de la pompe sont indépendants les uns des autres. Le conducteur de mise à la terre ne fait pas partie intégrante d'un câble d'alimentation, car il n'est pas sous la même enveloppe protectrice que les deux autres conducteurs;

- Les conducteurs d'alimentation à proximité de la pompe, qui s'étendent jusqu'à la rive, n'étaient pas installés dans un quelconque tuyau ou conduit ou dans la gaine d'un câble conforme (voir figure 12). Cette situation les exposait à l'endommagement mécanique de leurs gaines isolantes, comme en témoignent les nombreuses réparations présentes sur les conducteurs examinés;



Fig. 12 - *Trois conducteurs de la pompe distincts, non regroupés dans un seul câble*

Source : Rapport d'expertise de CEP Forensique

- Dans le panneau d'alimentation électrique, il y a absence d'un disjoncteur différentiel de classe A (protection DDFT) pour assurer une protection contre les fuites à la terre sur le circuit de la pompe.

Ainsi, plusieurs non-conformités ont été identifiées au niveau de l'installation électrique de la pompe par rapport aux exigences énoncées à la section *Pompes immergées dans des plans d'eau* du *Code de construction du Québec*, Chapitre V - Électricité.

4.2.6.2 Examen physique et tests réalisés sur la pompe

Des essais électriques ainsi qu'une inspection du moteur et des conducteurs d'alimentation ont été effectués sur la pompe submersible. Le rapport révèle les éléments suivants :

- La pompe est fonctionnelle et ne présente aucun problème de nature mécanique ou électrique;
- Un des conducteurs d'alimentation présente une fissure au niveau de la gaine isolante, à proximité de la pompe (voir figure 13). Une telle fissure dans la gaine pourrait exposer un individu à un risque de contact électrique avec le conducteur, si celui-ci est sous tension;



Fig. 13 - Fissure dans la gaine d'un conducteur
relié à la pompe

Source : Rapport d'expertise de CEP Forensique

- Deux scénarios d'essai visant à détecter toute fuite potentielle de courant provenant de cette fissure ont été réalisés. Pour un de ces scénarios, un courant vers la terre variant entre 4 et 13 mA a été mesuré.
- Si bien raccordé, la configuration minuterie-contacteur de démarrage ne permet pas aux conducteurs de la pompe d'être sous tension si la minuterie est en mode « OFF ». Dans l'éventualité de connexions inadéquates au niveau du contacteur de démarrage, il est possible qu'une tension soit présente au niveau de la pompe, même lorsque celle-ci n'est pas en fonction et que la minuterie est en mode « OFF ».

En conclusion, l'ingénieur affirme que des connexions inadéquates peuvent permettre au travailleur d'entrer en contact avec un conducteur sous tension même lorsque la pompe est à l'arrêt.

4.2.7 Effets de l'électricité sur le corps humain

Les organes du corps fonctionnent avec de faibles impulsions électriques. Tout courant électrique qui s'introduit accidentellement dans le corps peut les perturber et engendrer des conséquences. De plus, le courant qui circule dans le corps produit de la chaleur, ce qui peut détruire certains tissus selon son intensité.

Divers facteurs influencent la gravité des lésions engendrées par une décharge électrique qui traverse le corps humain. Parmi ces facteurs, il y a l'intensité du courant, le trajet du courant, la durée de passage dans le corps, la surface de contact ainsi que la résistance du corps. Le corps humain a une résistance totale qui varie entre 500 et 10 000 ohms. Cette résistance est influencée par différents paramètres, tels que la surface de contact avec l'élément sous tension, la tension de contact et les caractéristiques physiologiques de la personne, comme les mains moites ou sèches et l'épaisseur de la peau. La tenue vestimentaire influence également la résistance du corps humain. Plus la résistance électrique d'une personne est élevée, plus le courant qui traverse son corps au moment du contact est faible.

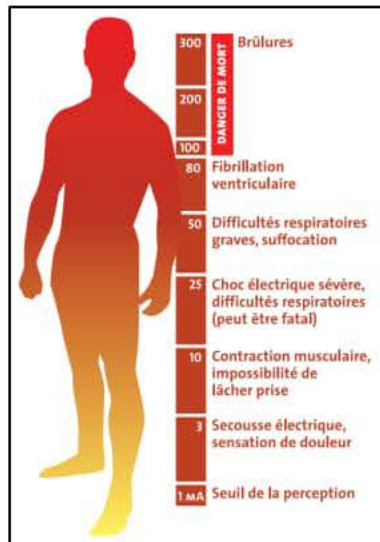


Fig. 14 - Intensité électrique et son effet sur le corps
Source : CNESST, IRSST

La loi d'Ohm permet d'estimer l'intensité du courant ayant traversé le corps du travailleur.

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

V : Tension (volt)

R : Résistance (ohm)

I : Courant (ampère)

Au moment de l'accident, la pompe ainsi que ses conducteurs munis de joints électriques sont immergés dans l'eau (voir figure 15).

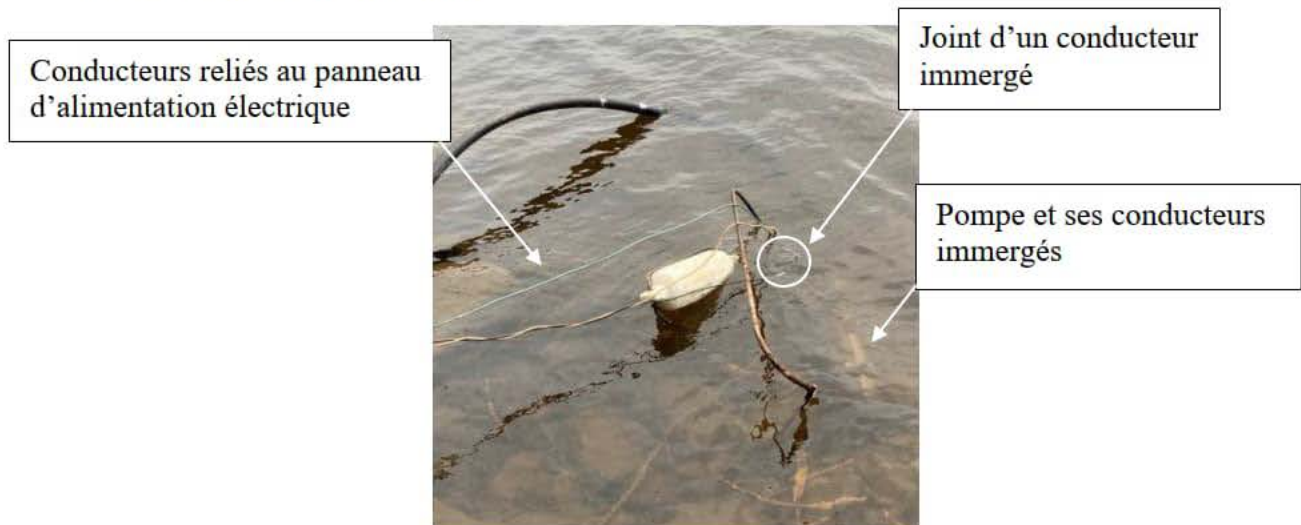


Fig. 15 - Pompe complètement immergée, conducteurs et joint
Source : CNESST

Lors des opérations d'installation de la pompe, le travailleur est vêtu d'un maillot de bain et des sandales afin d'accéder à la rivière. Ses mains et le bas de ses jambes sont dans l'eau. Il ne porte pas d'équipement de protection individuelle tel que des gants. Cette situation fait diminuer la résistance du corps humain et augmente l'intensité du courant qui le traverse.

4.2.8 Loi, réglementation et règle de l'art

4.2.8.1 Loi sur la santé et la sécurité du travail

L'article 51 de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST) (RLRQ, chapitre S-2.1) prescrit ce qui suit :

51. *L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique et psychique 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;*

[...]

4.2.8.2 Règles de l'art

Sur ce lieu de travail, le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) et le *Code de construction du Québec*, Chapitre V – Électricité, constituent des règles de l'art pour la réalisation sécuritaire des travaux nécessitant l'installation d'une pompe submersible.

4.2.8.2.1 *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*

Le RSST contient des dispositions concernant le *Cadenassage et autres mesures de contrôle des énergies*.

L'article 196 précise les opérations pour lesquelles une méthode de contrôle des énergies doit être appliquée :

196. *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.

La présente sous-section ne s'applique pas:

1° lorsqu'un travail est effectué dans la zone dangereuse d'une machine qui dispose d'un mode de commande spécifique tel que défini à l'article 188;

2° lorsque le débranchement d'une machine est à portée de main et sous le contrôle exclusif de la personne qui l'utilise, que la source d'énergie de la machine est unique et qu'il ne subsiste aucune énergie résiduelle à la suite du débranchement.

L'article 201 vient préciser les étapes permettant de contrôler les énergies lorsque le cadenassage est appliqué :

201. *Lorsque la méthode appliquée est le cadenassage, les étapes permettant de contrôler les énergies aux fins du paragraphe 6 de l'article 200 doivent inclure:*

1° la désactivation et l'arrêt complet de la machine;

2° l'élimination ou, si cela est impossible, le contrôle de toute source d'énergie résiduelle ou emmagasinée;

3° le cadenassage des points de coupure des sources d'énergie de la machine;

4° la vérification du cadenassage par l'utilisation d'une ou de plusieurs techniques permettant d'atteindre le niveau d'efficacité le plus élevé;

5° le décadenassage et la remise en marche de la machine en toute sécurité.

4.2.8.2.2 Code de construction du Québec, Chapitre V – Électricité

Le Code de construction du Québec, Chapitre V – Électricité, est le document officiel qui encadre les travaux de nature électrique.

Le Code contient une section sur les pompes immergées. L'article 26-956 contient les points de conformité à respecter pour les pompes installées dans des plans d'eau :

26.956 Pompes immergées installées dans des plans d'eau

1) Les pompes immergées installées dans des plans d'eau, doivent être conformes aux points suivants :

a) la tension qui alimente la pompe immergée ne doit pas dépasser 150 volts à la terre;

b) le moteur de la pompe doit être relié à la terre par continuité des masses au moyen d'un conducteur;

- (i) de grosseur conforme à l'article 10-814;*
 - (ii) faisant partie intégrante du câble du circuit d'alimentation, ou placé dans la même enveloppe protectrice que les conducteurs d'alimentation, si l'on utilise des monoconducteurs;*
 - (iii) ayant le même type d'isolant que les conducteurs d'alimentation;*
- et*

[...]

c) la méthode de câblage de la pompe doit :

- (i) être du type RWU75, RWU90, TWU ou TWU75 ou un monoconducteur équivalent, ou encore un ensemble torsadé, et convenir à des températures de -40°C; de plus, il doit être installé dans un tuyau d'eau en plastique ou dans un conduit rigide PVC ; ou*
- (ii) être de types SOW, G, G-GC, W ou des câbles d'alimentation portatifs équivalents;*

d) une protection contre la fuite à la terre assurant la mise hors tension de tous les conducteurs normalement non mis à la terre qui alimentent la pompe immergée doit être réglée pour déclencher au courant le plus bas possible afin de permettre le fonctionnement normal de la pompe; toutefois, la protection ne doit en aucun cas être réglée pour déclencher à plus de 10 mA en moins de 2,7 secondes ; et

[...]

À l'article 2-304 de ce Code, on peut lire :

2-304 Déconnexion

[...]

3) Pendant que se poursuivent des travaux sur un appareillage électrique, on doit prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter que l'appareillage soit mis sous tension : mise sous clé des disjoncteurs ou des interrupteurs, panneaux d'avertissement, gardiens ou tout autre moyen aussi efficace pour empêcher la mise sous tension de l'appareillage.

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Le travailleur subit une électrocution lors de l'installation d'une pompe submersible dans une rivière

Le 6 juin 2023 vers 6 h, le travailleur se rend seul au 398, boulevard des Prairies pour faire l'ouverture du système d'arrosage automatisé de la maison. L'installation d'une pompe submersible est requise afin qu'il soit fonctionnel.

Le travailleur relie les conducteurs de la pompe à ceux du panneau d'alimentation électrique. La pompe est alors alimentée par un courant électrique de 240 volts. Il installe celle-ci et son support métallique dans la rivière.

Vers 6 h 30, le travailleur est retrouvé étendu au sol, face contre terre. La partie inférieure de ses jambes se trouve dans l'eau alors que le reste de son corps est à l'extérieur de l'eau. La pompe et son support métallique ne sont pas installés dans leur position finale dans la rivière.

Selon l'analyse réalisée par l'ingénieur dans le rapport d'investigation, la gaine isolante d'un conducteur à proximité de la pompe est fissurée. De plus, les essais réalisés sur la pompe ont permis de démontrer que cette fissure, lorsqu'immergée, peut exposer le travailleur à un contact électrique.

Au moment de l'accident, l'installation de la pompe est en cours. La partie inférieure des jambes du travailleur, la pompe ainsi que le conducteur fissuré sont dans la rivière. Lors de l'installation de la pompe, un contact électrique s'établit entre le travailleur et la pompe sous tension qu'il manipule.

Le travailleur porte des sandales, est vêtu d'un maillot de bain et sa peau est mouillée. Ces facteurs contribuent à faire diminuer grandement la résistance de son corps et ainsi augmenter l'intensité du courant électrique qui y circule.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La méthode de travail au niveau du contrôle de l'énergie électrique est déficiente.

Depuis son entrée en fonction au sein de l'entreprise en [REDACTÉ], le travailleur a reçu une formation et du compagnonnage par l'employeur pour l'installation de pompes submersibles et la pose des joints thermorétractables.

Les étapes transmises par l'employeur pour l'installation de la pompe dans la rivière consistent d'abord à mettre le disjoncteur en position « OFF » et la minuterie en mode « OFF ». Ensuite, le raccordement des conducteurs électriques et le positionnement de la pompe dans l'eau sont effectués. Une fois l'installation complétée, le disjoncteur est mis en position « ON » et la minuterie en mode « AUTO ».

La pompe submersible à installer appartient au [REDACTÉ] et est remise dans le cabanon. Un disjoncteur dédié à la pompe et identifié par une étiquette est présent dans le panneau d'alimentation électrique du cabanon. Le disjoncteur permet d'alimenter une charge à 240 volts. Le circuit d'alimentation de la pompe est relié à une minuterie et à un contacteur qui permet sa mise en marche ou sa mise à l'arrêt.

Pour que la pompe du système d'arrosage soit en fonction, le disjoncteur du panneau d'alimentation électrique doit être en position « ON » et la minuterie en mode « AUTO ». Lorsque la minuterie est en mode « OFF », aucune commande n'est envoyée au moteur de la pompe.

Vers 6 h 30, au moment où le travailleur est retrouvé au sol, le disjoncteur du panneau électrique qui alimente la pompe est en position « ON » et la minuterie est en mode « OFF ». Cette combinaison ne devrait pas permettre aux conducteurs de la pompe de se retrouver sous tension.

Lors de l'installation de la pompe, aucune méthode de contrôle des énergies n'est appliquée. Le travailleur se positionne dans l'eau et il manipule des conducteurs électriques sous tension qui contiennent des joints thermorétractables qu'il a lui-même effectués. Il en résulte que le travailleur s'expose à un contact électrique en cas d'endommagement d'un des conducteurs, de mauvaise étanchéité des joints thermorétractables ou de défaillance de la pompe. Au moment de l'accident, un contact électrique s'établit entre la pompe submersible sous tension et le travailleur.

L'application du cadenassage sur un dispositif d'isolement aurait permis de maintenir inactive la source d'énergie du moteur en installant un cadenas sur le disjoncteur du panneau d'alimentation électrique. Puisque le sélecteur de la minuterie n'est pas considéré comme un dispositif d'isolement, on ne peut se fier à un tel système pour contrôler l'énergie électrique de la pompe.

Cette cause est retenue.

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

- Le travailleur subit une électrocution lors de l'installation d'une pompe submersible dans une rivière.
- La méthode de travail au niveau du contrôle de l'énergie électrique est déficiente.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le 6 juin 2023, une décision interdisant les travaux relatifs à l'ouverture du système d'irrigation, incluant l'installation de la pompe dans la rivière, sur le lieu de travail situé au 398, boulevard des Prairies à Laval est rendue pour des fins d'enquête. Cette décision figure au rapport d'intervention RAP1428689.

Un avis de correction est également émis afin que l'employeur élabore et mette en application un programme de prévention propre à son entreprise. Cet avis de correction figure au rapport d'intervention RAP1430595. Le correctif est effectué le 24 septembre 2023 (rapport d'intervention RAP1440157).

Le 9 juin 2023, une autre décision est rendue afin d'interdire les travaux relatifs à l'installation et la mise en marche de pompes submersibles pour les ouvertures et fermetures de systèmes d'irrigation compte tenu de l'accident survenu lors de l'exécution de ce type de travaux. Cette décision figure au rapport d'intervention RAP1428953.

Les décisions rendues le 6 juin 2023 (RAP1428689) et le 9 juin 2023 (RAP1428953) sont permanentes, car l'employeur cesse toute installation de pompe submersible reliée à un système d'arrosage. Désormais, seuls les systèmes d'arrosage qui sont alimentés en eau par le réseau de distribution de la ville seront installés chez les clients. Ces décisions figurent au rapport d'intervention RAP1456156.

5.3 Suivi de l'enquête

Pour éviter la répétition d'un accident similaire, la CNESST transmettra les conclusions de l'enquête à l'Association Irrigation Québec afin qu'elle les diffuse à ses membres.

ANNEXE A**Accidenté**

Nom, prénom : A

Sexe : Masculin

Âge :

Fonction habituelle :

Fonction lors de l'accident : Installateur de systèmes d'irrigation

Expérience dans cette fonction :

Ancienneté chez l'employeur :

Syndicat : Aucun

ANNEXE B**Liste des personnes interrogées**

Monsieur B [REDACTED]
Monsieur D [REDACTED], Irrigation Experts 2018 inc.
Monsieur E [REDACTED], Irrigation Experts 2018 inc.
Monsieur C [REDACTED], CEP Forensique

ANNEXE C**Rapport d'expertise****Génie électrique****CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)**

Madame Isabelle Émond
CNESST – Direction générale de la prévention-inspection et du partenariat
Date du sinistre : Juin 2023
Date du rapport : 2 octobre 2023
Votre dossier : DA0004792
Notre dossier : 2023-07-0002

 Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
Notre dossier : 2023-07-0002

PORTÉE ET LIMITES DU MANDAT

Notre analyse et nos conclusions exprimées dans ce rapport reposent sur les faits observés ainsi que l'ensemble des données transmises à ce jour. Nous nous réservons le droit de réviser notre opinion si de nouvelles informations devenaient disponibles.

Investigateur :

C 

Réviseur :

F 

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

TABLE DES MATIÈRES

1.	MANDAT	1
2.	MISE EN CONTEXTE.....	1
3.	INVESTIGATION	1
3.1	Analyse des photographies.....	1
3.2	Analyse du rapport de l'électricien	2
3.3	Spécifications et examen de la pompe submersible	2
3.3.1	Pompe.....	2
3.3.2	Moteur.....	2
3.4	Analyse du Code Canadien de l'électricité.....	3
4.	ESSAIS EN LABORATOIRE.....	4
4.1	Inspection des composants de la pompe submersible et des conducteurs d'alimentation	4
4.2	Test de fonctionnement de la pompe submersible	4
4.3	Tests pour vérifier si des pièces sous tension étaient accessibles	4
5.	INFORMATIONS RECUEILLIES	6
6.	ANALYSE TECHNIQUE	6
	CONCLUSION.....	8

ANNEXES

ANNEXE A – PHOTOGRAPHIES

ANNEXE B – SECTION 26-956 DU CODE CANADIEN DE L'ÉLECTRICITÉ

ANNEXE C – CURRICULUM VITAE

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

1. MANDAT

Les services de CEP Forensique ont été retenus par madame Isabelle Émond de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST), le 4 juillet 2023, afin de faire « l'expertise électrique » d'une pompe submersible dans le cadre d'un accident mortel impliquant un employé de la firme *Irrigation Expert 2018*. L'accident en question est survenu en juin 2023, au 398, boulevard des Prairies, à Laval, Québec.

Le présent document résume l'essentiel des observations et analyses effectuées dans le cadre de notre mandat et présente les conclusions qui en découlent.

2. MISE EN CONTEXTE

Le corps sans vie d'un employé de la compagnie *Irrigation Experts 2018* a été découvert à l'arrière de la résidence située au 398, boulevard des Prairies, à Laval, Québec. Cette entreprise avait une entente contractuelle avec la compagnie *Les Créations Éric Dorion* pour la mise en fonction du système d'irrigation de la résidence. Ce contrat incluait l'installation de la pompe submersible à l'étude en assurant, entre autres, la mise en service d'une pompe submersible installée chaque printemps et entreposée dans un cabanon lors de la saison hivernale. Nous comprenons que le travailleur décédé aurait lui-même effectué cette installation au même endroit les années précédentes.

À la réception de ce mandat, les conditions sur le site de l'accident avaient été altérées. En effet, il appert que les divers dispositifs électriques associés à l'utilisation de la pompe et pertinents au volet électrique de notre investigation, avaient été retirés, modifiés ou remplacés. Étant dans l'impossibilité d'effectuer un examen physique complet des lieux et de tous les équipements présents au moment de l'accident, nous avons reçu quelques photographies du site ainsi que le rapport d'un électricien de Britton, qui avait inspecté les lieux de l'accident le 7 juin 2023.

Finalement, afin de réaliser le mandat confié, une pompe submersible nous a été livrée dans nos locaux le 10 juillet 2023 dans le but d'effectuer différents tests de nature électrique.

3. INVESTIGATION

3.1 Analyse des photographies

En nous basant sur les photographies obtenues et sur la localisation de la résidence où l'accident est survenu, nous avons établi que la pompe submersible avait été installée dans la rivière des Prairies (photographie 1).

Les photographies montrent également que les deux conducteurs¹ d'alimentation et le conducteur de mise à la terre, reliés à la pompe submersible, s'étendaient depuis celle-ci jusqu'à la rive, puis continuaient vers une destination qui ne pouvait pas être identifiée à partir des photographies

¹ Le conducteur ne dispose que d'un seul isolant, alors que le câble comporte un isolant et au moins une gaine isolante supplémentaire. Il existe des câbles unipolaires (qui ne comportent qu'un conducteur) et des câbles multipolaires (qui comportent plusieurs conducteurs).

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

disponibles. Il est à souligner que ces trois conducteurs distincts ne formaient pas un câble protégé par une gaine extérieure et qu'aucune protection, tel un conduit de type EMT ou en matière plastique, ne protégeaient l'isolant des conducteurs en question, les rendant ainsi vulnérables à un endommagement mécanique de leur isolant électrique.

Nous comprenons que ces conducteurs auraient été connectés à un dispositif de contrôle chargé de mettre en marche et d'arrêter la pompe submersible (photographie 2).

3.2 Analyse du rapport de l'électricien

Un électricien employé par la société Britton a rédigé un rapport à la suite de sa visite effectuée le 7 juin 2023. Dans l'ensemble, tous les éléments et aspects soumis à son inspection étaient conformes aux normes requises. Néanmoins, le rapport intitulé **Inspection : Vérification Panneau N° 1** contient le commentaire suivant :

G (La Cie Électrique Britton Ltée) laissé un commentaire le 7 juin, 2023 à 09:11 AM EDT
Tester ok 120/240 Anomalie - cosses principal (en double avec sous panneau chauffage piscine) - disjoncteur de la pompe submersible non conforme Pas GFI et mal raccorder (2X disjoncteurs twin utilisé pour faire un disjoncteur double)

Figure 1 : Extrait du rapport de l'électricien de Britton

Il ressort donc qu'aucun disjoncteur DDFT² n'était présent dans le panneau de distribution électrique pour le circuit de la pompe submersible.

3.3 Spécifications et examen de la pompe submersible

L'inspection de la pompe submersible a révélé que cette dernière était composée de deux pièces distinctes, soit un moteur et une pompe. Ces deux dispositifs portaient notamment les marquages suivants (photographies 3 et 4) :

3.3.1 Pompe

- Marque : Red Jacket
- Modèle : Grizzly
- Pompe submersible 4"

3.3.2 Moteur

- Marque : Franklin Electric
- Modèle : 2445089003
- 1 phase à 60 Hz, 230V, 8.2A

² DDFT : Disjoncteur différentiel de fuite à la terre (GFCI en anglais)

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

3.4 Analyse du Code canadien de l'électricité

Dans le cadre de notre expertise, nous avons consulté le Code canadien de l'électricité. Plus précisément, nous avons consulté la section **26-956** qui traite des **pompes immergées installées dans des plans d'eau** (référence annexe B).

Il en ressort ce qui suit :

- La tension qui alimente la pompe ne doit pas dépasser 150 volts à la terre
 - Dans le cas présent, nous sommes en présence d'une pompe submersible qui était branchée à 240 volts, en monophasé. En d'autres mots, cela signifie que cette pompe était alimentée par deux conducteurs électriques ayant chacun une différence de potentiel de 120 volts par rapport à la terre. Cependant, la différence de potentiel entre ces deux conducteurs était de 240 volts aux bornes de la pompe. Dans ce contexte, il est important de noter que la tension à la terre de cette pompe demeurerait conforme au code, puisqu'elle était en deçà de la limite maximale de 150 volts.
- Le moteur de la pompe doit être relié à la terre par continuité des masses au moyen d'un conducteur de mise à la terre faisant partie intégrante du câble d'alimentation, ou placé dans la même enveloppe protectrice que les conducteurs d'alimentation, si l'on utilise des monoconducteurs
 - Nous constatons que les conducteurs d'alimentation et de mise à la terre de la pompe sont indépendants les uns des autres. En d'autres termes, le conducteur de mise à la terre ne fait pas partie intégrante d'un câble d'alimentation, car il n'est pas logé sous la même enveloppe protectrice que les deux autres conducteurs (référence figure 2).



Figure 2 : trois conducteurs distincts, non regroupés dans un seul câble

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

- Le câblage de la pompe doit être du type RWU75 ou équivalent et doit aussi être installé dans un tuyau d'eau en plastique ou dans un conduit rigide en PVC
 - Dans le cas présent, les photographies consultées ne permettent pas d'examiner les trois conducteurs reliés à la pompe sur toute leur longueur. Cependant, ces photographies montrent que les conducteurs à proximité de la pompe, du côté de la rive, n'étaient pas protégés et logés dans un quelconque tuyau ou conduit. Enfin, nous n'avons pas été en mesure d'identifier formellement le type de câblage alimentant cette pompe submersible, car le marquage sur les gaines était effacé par l'exposition aux intempéries.
- La présence d'une protection contre la fuite à la terre (disjoncteur DDFT par exemple) assurant la mise hors tension de tous les conducteurs normalement non mis à la terre qui alimente la pompe immergée.
 - Compte tenu des modifications apportées aux lieux à la suite de l'accident, nous sommes limités à utiliser les photographies et les rapports disponibles comme référence. Selon le rapport de l'électricien de Britton, il convient de noter que le disjoncteur du circuit de la pompe submersible n'était pas du type DDFT, comme requis.

En somme, une pompe submersible pouvait être installée dans ce plan d'eau (rivière des Prairies). Cependant, il y avait plusieurs non-conformités importantes qui ont été observées en ce qui regarde l'installation de ladite pompe.

4. ESSAIS EN LABORATOIRE

Dans le cadre de notre expertise sur la pompe submersible, nous avons procédé à une inspection minutieuse de tous les composants de la pompe, incluant son moteur ainsi que ses conducteurs d'alimentation afin de déterminer leur état. Nous avons également conduit plusieurs tests pour évaluer la possibilité de contact électrique avec des pièces sous tension afin d'analyser les risques d'électrisation ou d'électrocution. Enfin, nous avons réalisé un test opérationnel de la pompe pour en vérifier le bon fonctionnement.

4.1 Inspection des composants de la pompe submersible et des conducteurs d'alimentation

L'inspection visuelle des conducteurs d'alimentation a révélé la présence d'une fissure au niveau de la gaine de l'un de ceux-ci, à proximité de la pompe (photographie 7).

4.2 Test de fonctionnement de la pompe submersible

Nous avons alimenté la pompe submersible à 240 volts et cette dernière fonctionnait correctement.

4.3 Tests pour vérifier si des pièces sous tension étaient accessibles

Pour réaliser ces tests, nous avons d'abord effectué des mesures de la résistance d'isolation à l'aide d'un mégohmmètre entre les conducteurs d'alimentation du moteur de la pompe et la structure du moteur dans deux scénarios distincts.

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

Dans le premier scénario, nous avons effectué un test standard avec le mégohmmètre (photographie 5), obtenant ainsi une mesure de résistance d'isolation d'environ $1,4 \text{ M}\Omega^3$, ce qui représente une isolation adéquate.

Dans le second scénario, nous avons répété le même test avec le mégohmmètre, mais cette fois-ci, nous avons complètement immergé la pompe ainsi que tous les joints électriques (associés à des réparations antérieures) présents sur les trois conducteurs de la pompe; dans une poubelle en métal remplie avec de l'eau du robinet. Dans ce deuxième scénario, nous avons obtenu une mesure de résistance d'isolation d'environ $0,450 \text{ M}\Omega$.

Pour le troisième scénario, nous avons effectué des tests sur la pompe en la plongeant à nouveau dans une poubelle en métal, toujours remplie avec de l'eau du robinet (photographie 6). Il est important de noter que la conductivité de cette eau est probablement différente de celle de l'eau de la rivière des Prairies, là où c'est produit l'accident. Ensuite, nous avons connecté un ampèremètre entre la poubelle en métal et la mise à la terre associée à l'alimentation électrique, afin de détecter toute fuite potentielle de courant depuis la pompe et ses conducteurs d'alimentation (via la poubelle en métal) vers la terre, lorsque la pompe était sous tension. Au cours de ces tests, nous avons alimenté l'un des deux conducteurs d'alimentation (L1) du moteur de la pompe (sous une tension de 120 volts par rapport à la terre), laissant le deuxième conducteur (L2) débranché. Cette configuration nous a permis de maintenir une tension de 120 volts sur l'ensemble des conducteurs d'alimentation L1 et L2 sans que la pompe soit en marche.⁴

Nous avons alimenté le conducteur L1 à 120 volts dans deux scénarios distincts :

- Alimenter L1 à 120 volts en immergeant l'entièreté de la pompe et l'entièreté des joints présents sur les différents conducteurs d'alimentation externe de la pompe.
- Alimenter L1 à 120 volts en immergeant l'entièreté de la pompe et en laissant l'entièreté des conducteurs d'alimentation externes de la pompe en dehors de l'eau.

Lorsque nous avons appliqué une tension de 120 volts sur L1, nous avons mesuré un courant vers la terre variant entre 4 et 13 milliampères dans le premier scénario, tandis que dans le second scénario, nous avons mesuré un courant d'environ 0,3 milliampère. Il est important de noter que ces résultats ont été obtenus en utilisant de l'eau du robinet à laquelle nous avons progressivement ajouté du sel, pour simuler une eau plus polluée et conductrice que l'eau du robinet.

³ Une résistance électrique de $1 \text{ M}\Omega$ est égale à 1 000 000 ohms ou 1 000 K Ω

⁴ Bien que la tension entre L1 et la mise à la terre et celle entre L2 et la mise à la terre soit de 120 volts, la tension entre L1 et L2 est bien de 240 volts, le tout respectant les conditions d'alimentation associées au branchement de cette pompe.

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

5. INFORMATIONS RECUEILLIES

Suite à divers échanges téléphoniques et par courriel avec monsieur Maxime Robert de la CNESST, nous comprenons ce qui suit :

- Lorsque **B** de la résidence où l'accident a eu lieu, cette résidence (2017), la pompe était déjà présente. Cette pompe aurait donc été achetée et installée par **H**, entre les années 1990 et 2017;
- Le mandat du travailleur est de rendre fonctionnel le système d'irrigation du gazon pour la période estivale. Cela inclut notamment l'installation de la pompe dans la rivière et le branchement des conducteurs électriques de cette pompe;
- Le travailleur a été retrouvé sur le bord de la rive, face contre terre. Ses mollets et ses pieds étaient dans l'eau alors que le reste du corps était sur le sol à l'extérieur de l'eau. La pompe était complètement immergée dans l'eau et elle n'était pas en fonction;
- Le travailleur a été retrouvé en costume de bain et en soulier de marque Crocs;
- La pompe submersible aurait été connectée à un contrôleur Rain Bird E-6c et au panneau de distribution électrique. Environ 50 mètres séparaient la pompe submersible du panneau électrique;
- La pompe était rangée dans un cabanon pour la période hivernale et réinstallée dans l'eau chaque printemps;
- Les joints présents sur les conducteurs électriques seraient associés aux réparations effectuées pratiquement chaque année, pour permettre la mise en fonction de la pompe;
- Les connecteurs de la pompe étaient reliés au panneau d'alimentation électrique. Le disjoncteur de la pompe était à la position « ON », mais le contrôleur aurait été à « OFF ».

6. ANALYSE TECHNIQUE

La tension d'alimentation de cette pompe à 240 volts était réglementaire (en regard du Code de construction du Québec, Chapitre V — Électricité) pour une installation dans un plan d'eau, puisqu'elle ne dépassait pas la limite maximale de 150 volts par rapport à la terre.

Cependant, à partir des photographies et du rapport de l'électricien de Britton que nous avons consulté, nous avons identifié plusieurs non-conformités au niveau de l'installation de la pompe par rapport aux exigences du Code de construction du Québec, Chapitre V — Électricité concernant les pompes immergées dans des plans d'eau :

1. Le conducteur de mise à la terre ne faisait pas partie intégrante du câble d'alimentation et n'était pas logé dans la même enveloppe protectrice que les conducteurs d'alimentation.
2. Les conducteurs d'alimentation à proximité de la pompe, s'étendant jusqu'à la rive, n'étaient pas installés dans un quelconque tuyau ou conduit ou dans la gaine d'un câble conforme. Cette situation les exposait à l'endommagement mécanique de leurs gaines isolantes, comme

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

en témoignent les nombreuses réparations présentes sur les conducteurs que nous avons examinés.

3. Il y avait absence d'un disjoncteur DDFT pour assurer une protection contre les fuites à la terre sur le circuit de la pompe.

Notre examen physique et les tests réalisés en laboratoire indiquent que la pompe submersible fonctionne correctement et ne présente pas de problèmes majeurs. Cependant, notre investigation a révélé des problèmes au niveau des conducteurs d'alimentation et de mise à la terre connectée à la pompe. En effet, des fissures ont été observées au niveau de la gaine isolante d'un des conducteurs d'alimentation. Une telle fissure dans la gaine pourrait permettre à un individu d'entrer en contact électrique avec le conducteur et risquer une électrisation ou pire, une électrocution.

Nous comprenons qu'au moment de l'accident, le disjoncteur du circuit de la pompe était en position « ON », tandis que le contrôleur de la pompe aurait été en position « OFF ». En fonction des informations recueillies, nous comprenons également que ce contrôleur (Rain Bird E-6c) était raccordé à un relais de démarrage de pompe de modèle PSR576-230-024 (photographies 8 et 9). Cette configuration contrôleur-relais de démarrage, si bien raccordé, ne permettait pas aux conducteurs de la pompe de se retrouver sous tension si le contrôleur était en position « OFF », tel que rapporté. Toutefois, les connexions présentées sur la photographie 8 ne permettent pas d'établir avec certitude s'ils sont conformes. Dans l'éventualité de connexions inadéquates au niveau du relais de démarrage de la pompe, il est possible qu'une tension soit présente au niveau de la pompe, même lorsque celle-ci n'était pas en fonction et que le contrôleur est en position « OFF ». En d'autres mots, des connexions inadéquates pouvaient quand même permettre au travailleur d'entrer en contact avec un conducteur sous tension de la pompe même lorsque celle-ci était à l'arrêt. Une inspection physique de l'installation électrique en amont de la pompe, si non modifiée depuis l'accident, pourrait élucider cet aspect important de l'enquête.

■ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
■ Notre dossier : 2023-07-0002

CONCLUSION

En vertu de l'analyse de l'ensemble des divers documents, photographies et informations disponibles à ce jour, combiné à notre examen et aux tests réalisés, nous sommes en mesure d'émettre les conclusions suivantes :

1. Plusieurs non-conformités ont été identifiées au niveau de l'installation électrique de la pompe par rapport aux normes énoncées de la section des « pompes immergées dans des plans d'eau » du Code de construction du Québec, Chapitre V — Électricité.
2. La présence d'une fissure au niveau de la gaine isolante d'un des conducteurs d'alimentation de la pompe submersible nous indique qu'il existait un risque de contact électrique avec un conducteur, si celui-ci était sous tension.
3. Tous les tests réalisés en laboratoire confirment que la pompe submersible fonctionne de manière appropriée et ne présente aucun problème de nature mécanique ou électrique.

 Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
Notre dossier : 2023-07-0002

ANNEXE A – PHOTOGRAPHIES

☐ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☐ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 1
Pompe dans la rivière des Prairies (photographie fournie par la CNESST)

☐ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☐ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 2
Dispositif de contrôle (photographie fournie par la CNESST)

☐ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☐ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 3
Marquages sur le moteur

☐ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☐ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 4
Marquage sur la pompe

☑ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☑ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 5
Test au mégohmmètre

☐ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☐ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 6
Pompe immergée dans l'eau dans une poubelle de métal

☐ Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
☐ Notre dossier : 2023-07-0002



Photographie 7
Fissure dans la gaine

 Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
Notre dossier : 2023-07-0002

ANNEXE B – SECTION 26-956 DU CODE CANADIEN DE L'ÉLECTRICITÉ

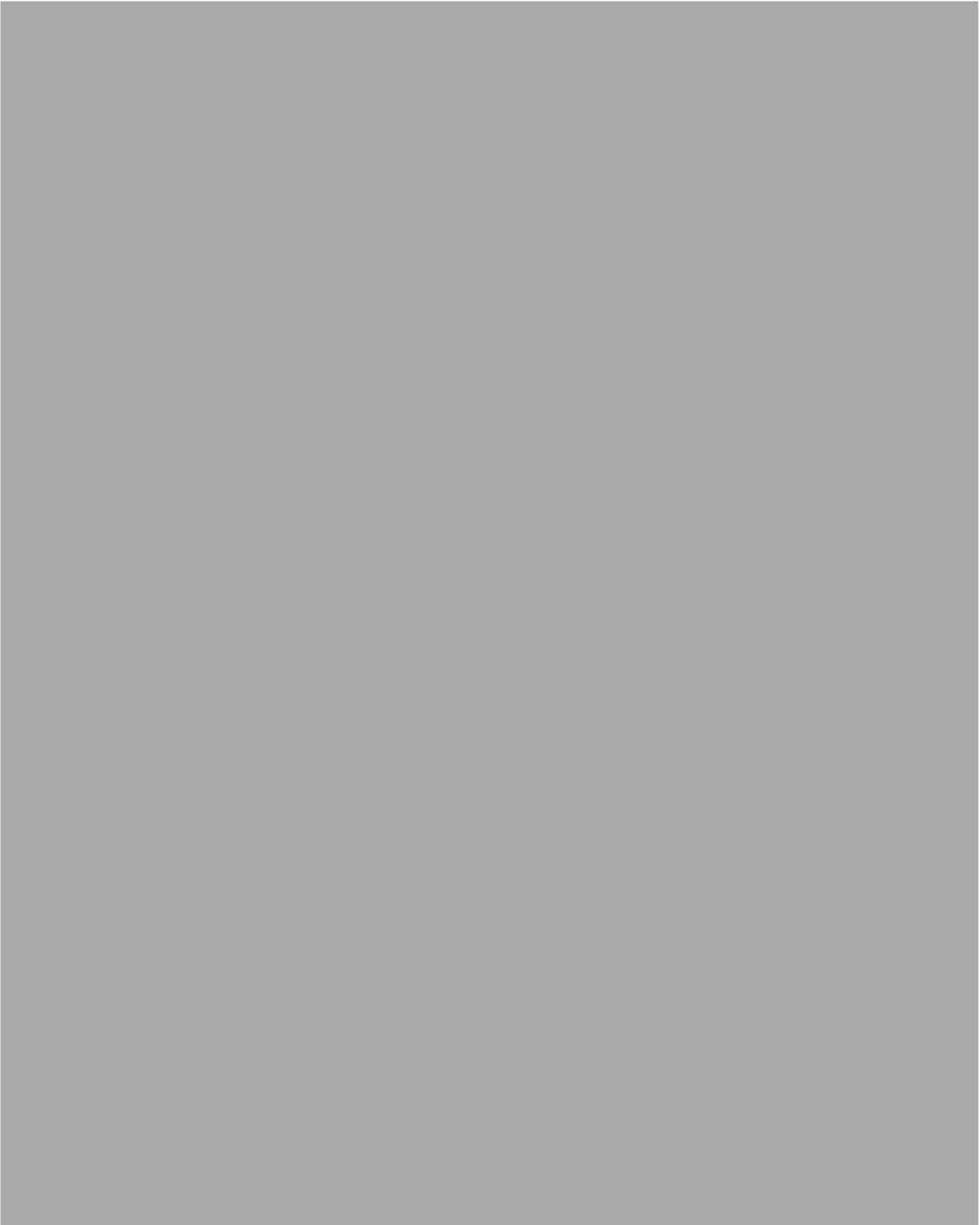
Rapport d'investigation

26-956 Pompes immergées installées dans des plans d'eau

- 1) Les pompes immergées installées dans des plans d'eau, doivent être conformes aux points suivants :
 - a) la tension qui alimente la pompe immergée ne doit pas dépasser 150 volts à la terre ;
 - b) le moteur de la pompe doit être relié à la terre par continuité des masses au moyen d'un conducteur :
 - (i) de grosseur conforme à l'article 10-814 ;
 - (ii) faisant partie intégrante du câble du circuit d'alimentation, ou placé dans la même enveloppe protectrice que les conducteurs des circuits d'alimentation, si l'on utilise des monoconducteurs ;
 - (iii) ayant le même type d'isolant que les conducteurs d'alimentation ; et
 - (iv) qui se termine à proximité de l'emplacement d'alimentation des conducteurs de dérivation ;
 - c) la méthode de câblage de la pompe doit :
 - (i) être du type RWU75, RWU90, TWU ou TWU75 ou un monoconducteur équivalent, ou encore un ensemble torsadé, et convenir à des températures de -40°C ; de plus, il doit être installé dans un tuyau d'eau en plastique ou dans un conduit rigide PVC ; ou
 - (ii) être de types SOW, G, G-GC, W ou des câbles d'alimentation portatifs équivalents ;
 - d) une protection contre la fuite à la terre assurant la mise hors tension de tous les conducteurs normalement non mis à la terre qui alimentent la pompe immergée doit être réglée pour déclencher au courant le plus bas possible afin de permettre le fonctionnement normal de la pompe ; toutefois, la protection ne doit en aucun cas être réglée pour déclencher à plus de 10 mA en moins de 2,7 secondes ; et
 - e) l'amenée des conducteurs ou des câbles d'alimentation jusqu'au panneau de distribution principal à partir d'une installation extérieure, au-dessus ou au-dessous du sol, doit se faire conformément à la section 12.
- 2) Malgré l'alinéa 1) a), il est permis que les pompes immergées installées dans des plans d'eau soient alimentées par des tensions supérieures à 150 volts à la terre, si :
 - a) l'article 2-030 autorise une dérogation ;
 - b) la tension de fonctionnement n'est pas supérieure à 5,5 kV ;
 - c) l'installation électrique est entretenue par un personnel d'entretien en électricité qualifié ; et
 - d) la zone entourant la pompe immergée est rendue inaccessible au public au moyen de clôtures, de coffrages, ou par son isolement et porte un panneau d'avertissement approprié.

 Référence : CNESST (Laval – 398, boulevard des Prairies)
Notre dossier : 2023-07-0002

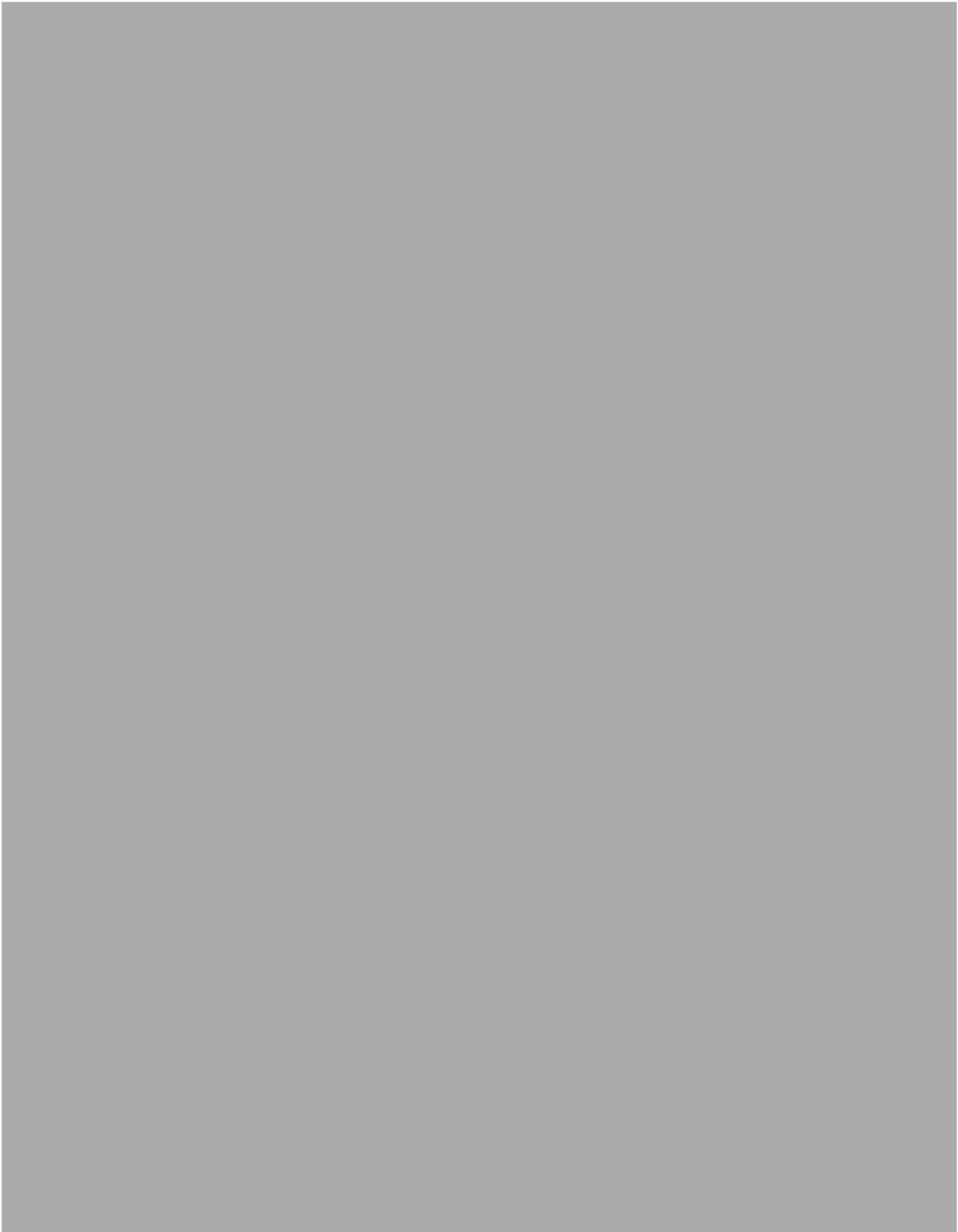
ANNEXE C – CURRICULUM VITAE

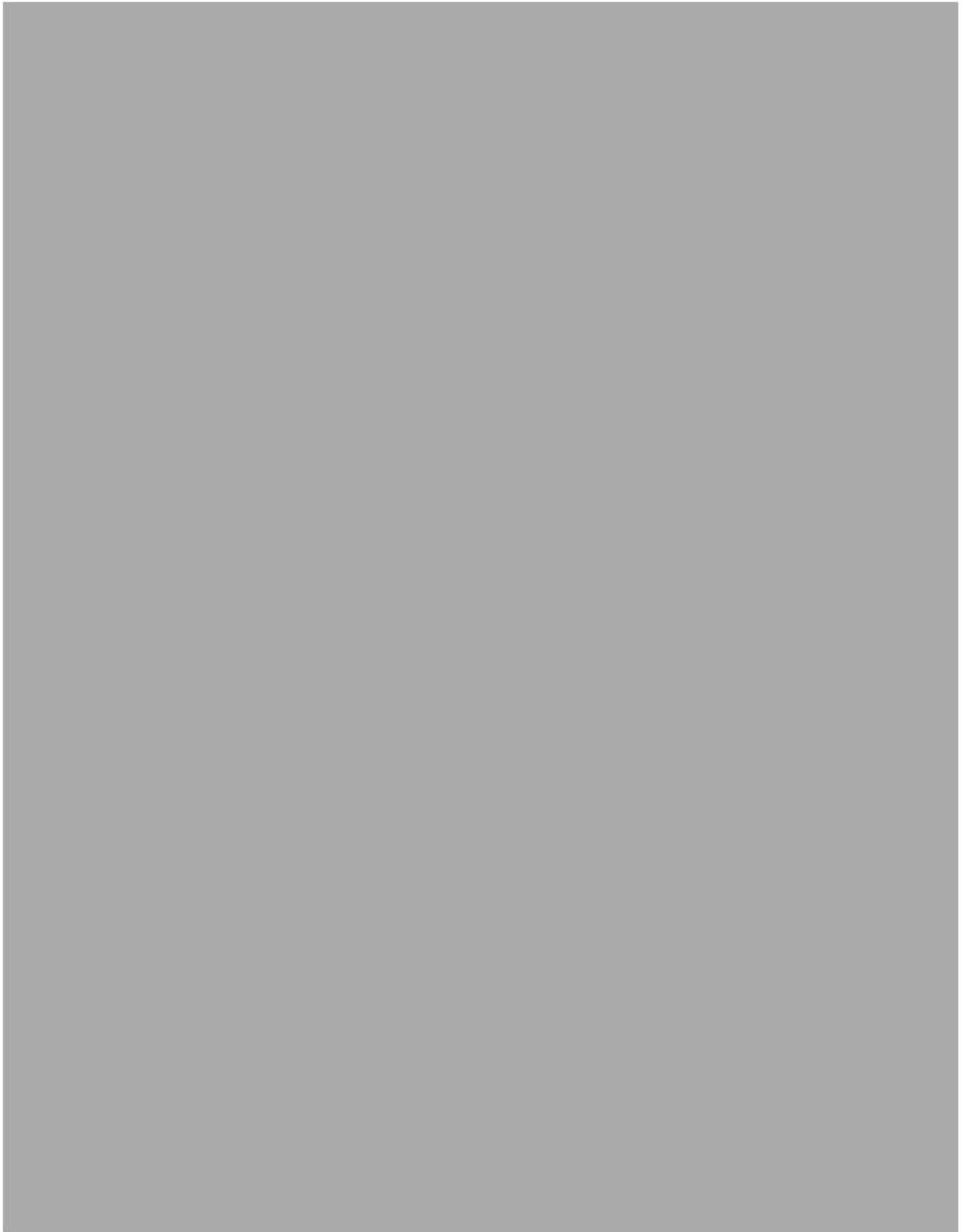




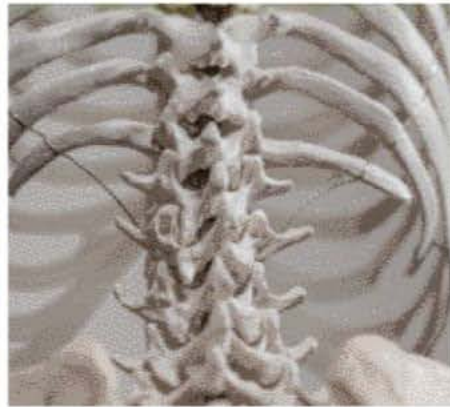










**MONCTON**

725, rue Champlain, bureau 900
Dieppe (Nouveau-Brunswick) E1A 1P6
506 801-8869

MONTREAL

2705, rue Michélin
Laval (Québec) H7L 5X6
450 686-0240

QUEBEC

1345, boulevard Louis-XIV
Québec (Québec) G2L 1M4
418 622-4480

OTTAWA

15 Capella Court, unité 130
Ottawa (Ontario) K2E 7X1
613 234-1668

OSHAWA

1103, rue Wentworth Ouest, bureau 3
Oshawa (Ontario) L1J 8P7
905 404-0237

TORONTO

170, avenue Université, 3e étage
Toronto (Ontario) M5H 3B3
647 483-0118

WATERLOO

180 Northfield Drive West, bureau 4
Waterloo (Ontario) N2L 0C7
226 476-0152

EDMONTON

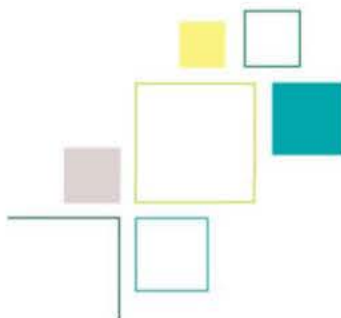
9932 - 81st Avenue NW, bureau 101
Edmonton (Alberta) T6E 1W6
780 420-1551

CALGARY

2435 - 42nd Avenue NE
Calgary (Alberta) T2E 8A3
403 230-2344

VANCOUVER

2221, rue Manitoba
Vancouver (CB) V5Y 3A3
604 879-3585



ANNEXE D**Références bibliographiques**

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, à jour au 31 décembre 2023*, [En ligne], Québec, Éditeur officiel du Québec, 78 p. [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cs/S-2.1.pdf>] (Consulté le 11 mars 2024)

QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, r. 13, à jour au 12 décembre 2023*, [En ligne], Québec, Éditeur officiel du Québec, 228 p. [<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/rc/S-2.1,%20R.%2013.pdf>] (Consulté le 11 mars 2024)

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Code de construction du Québec. Chapitre V, électricité : Code canadien de l'électricité, première partie et modifications du Québec*, [En ligne], 23^e éd., [Montréal] : Régie du bâtiment du Québec ; Toronto, Ont. : CSA, 2018, xxxvi, 740 p. (CSA C22.10-18, CSA C22.1-15). [[2425165.pdf](#) | [WebViewer \(csagroup.org\)](#)] (Consulté le 14 mars 2024)

COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Guide d'information sur les dispositions réglementaires : Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies*, [En ligne], Québec, 2023, 36 p. (DC200-1579-3). [https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/cadenassage-et-autres-methodes-controle-des-energies_0.pdf] (Consulté le 11 mars 2024)

ASSOCIATION SECTORIELLE PARITAIRE POUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL, SECTEUR DE LA FABRICATION DE PRODUITS EN MÉTAL, DE LA FABRICATION DE PRODUITS ÉLECTRIQUES, DE L'HABILLEMENT, DU TEXTILE ET DE LA BONNETERIE, DE L'IMPRIMERIE ET ACTIVITÉS CONNEXES. *Guide Comprendre et prévenir les risques électriques, 3^e édition*, [en ligne], 2018. [<https://multiprevention.org/wp-content/uploads/2018/11/GUIDE-risques-electrique-edition3.pdf>] (consulté le 2024-02-21)

SABOURIN, Guy. « Fini le travail sous tension au Québec! Dossier », *Prévention au travail*, [En ligne], vol. 23, no 4, automne f2010, p. 7-14. [https://www.irsst.qc.ca/media/magazines/V23_04/7-14.pdf] (consulté le 14 mars 2024)

HABILITATION ÉLECTRIQUE. *Effets physio-pathologiques de l'électricité*, [En ligne]. [<https://www.habilitation-electrique.org/fr/nfc18-510-et-mise-en-oeuvre/effets-physio-pathologiques-de-lelectricite>] (Consulté le 14 mars 2024)

HYDRO-QUÉBEC. *Les conséquences possibles sur le corps d'un choc électrique*, [En ligne]. [<https://www.hydroquebec.com/securite/choc-electrique/consequences-choc-electrique.html>] (Consulté le 14 mars 2024)

GOUVERNEMENT DU CANADA ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES.
Rapport de données horaires pour le 06 juin 2023, [En ligne]. [[Rapport de données horaires pour le 06 juin 2023 - Climat - Environnement et Changement climatique Canada \(meteo.gc.ca\)](#)] (consulté le 11 mars 2024)

EFIXX THE ELECTRICIANS CHANNEL. *Unravelling the mysteries of heat shrink tubing!*, [Vidéo en ligne], 2023. Repéré au <https://www.youtube.com/watch?v=q7qnbmkqrt8>

RAYTECH. Jonctions en ligne ou dérivées de type thermo-rétractable pour câble avec isolant extrudé jusqu'à 1 kV, [En ligne]. [<https://www.raytech.it/fr/produit/basse-tension/jonction/thermo-retractables/jonction>] (Consulté le 14 mars 2024)