

RAPPORT D'ENQUÊTE

Accident ayant causé des brûlures à un électromécanicien et deux contremaîtres à l'établissement d'Olymel Drummondville inc., situé au 255, rue Rocheleau à Drummondville, le 21 avril 2021.

**Service de prévention/inspection Mauricie et Centre-du-Québec
Direction de la prévention/inspection Capitale-Nationale et Centre-Nord**

Version dépersonnalisée

Inspecteurs :

_____ **Francis Lemonde ing.**

_____ **Mathieu Ruel**

Date du rapport : 23 février 2022

Rapport distribué à :

- M. A [REDACTED]
- Comité de santé et de sécurité
- Mme B [REDACTED]
[REDACTED] -CSN
- D^{re} Marie-Josée Godi, directrice de la santé publique et de la responsabilité populationnelle,
CIUSSS MCQ

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 OU DU CHANTIER	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>5</u>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	5
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	6
<u>4</u>	<u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u>	<u>7</u>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	7
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	8
4.2.1	INFORMATIONS SUR LES TRAVAILLEURS ET LEUR FORMATION	8
4.2.1.1	C	8
4.2.1.2	D	8
4.2.1.3	E	9
4.2.2	EXPERTISE	9
4.2.3	DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS	9
4.2.3.1	Transformateur principal	10
4.2.3.2	Disjoncteur principal	10
4.2.3.3	Disjoncteur alimentant le panneau S	10
4.2.3.4	Panneau de distribution électrique (panneau S)	10
4.2.3.5	Disjoncteur	14
4.2.3.6	Transformateur	17
4.2.3.7	Compresseur Quincy 150 HP	18
4.2.4	DÉCLENCHEMENT DU DISJONCTEUR D511	19
4.2.5	L'ARC ÉLECTRIQUE	20
4.2.5.1	Notions d'arc électrique et d'éclats d'arcs	20
4.2.5.2	Arc électrique survenu dans le panneau S	21
4.2.5.3	Effet de l'arc électrique sur les travailleurs	22
4.2.5.4	Effet de l'arc électrique sur les équipements	22

4.2.5.5	Cause de l'arc électrique	24
4.2.6	CSA Z462-21 SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE AU TRAVAIL	25
4.2.7	RÈGLEMENT SUR LES CERTIFICATS DE QUALIFICATION ET SUR L'APPRENTISSAGE EN MATIÈRE D'ÉLECTRICITÉ, DE TUYAUTERIE ET DE MÉCANIQUE DE SYSTÈMES DE DÉPLACEMENT MÉCANISÉ DANS LES SECTEURS AUTRES QUE CELUI DE LA CONSTRUCTION	30
4.2.8	ANSI/NETA MTS-2019 STANDARD FOR MAINTENANCE TESTING SPECIFICATION FOR ELECTRICAL POWER EQUIPMENT AND SYSTEMS	30
4.2.9	LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	31
4.2.10	LA DÉMARCHE DE PRÉVENTION	31
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	33
4.3.1	TROIS TRAVAILLEURS SONT EXPOSÉS À DES ÉCLATS D'ARCS ÉLECTRIQUES	33
4.3.2	L'IDENTIFICATION DES RISQUES ÉLECTRIQUES AUXQUELS SONT EXPOSÉS LES TRAVAILLEURS LORS DU RÉARMEMENT DU DISJONCTEUR EST DÉFICIENTE.	34
5	<u>CONCLUSION</u>	37
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	37
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	37
5.3	SUIVI DE L'ENQUÊTE	37
 <u>ANNEXES</u>		
ANNEXE A :	Liste des travailleurs accidentés	38
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	40
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	41
ANNEXE D :	Références bibliographiques	81

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

Dans la nuit du 21 avril 2021, des travaux d'assainissement (*sanitation*) sont en cours à l'établissement d'Olymel à Drummondville. Vers 00 h 45, un court-circuit provoque l'ouverture d'un disjoncteur et cause l'arrêt de l'alimentation en eau chaude utilisée pour effectuer les travaux.

Pour réarmer le disjoncteur, M. **E** et M. **D** s'accroupissent côte à côte devant l'armoire électrique où celui-ci est localisé. M. **C** les observe, il est situé derrière eux à une distance d'environ deux mètres de l'armoire électrique.

M. **E** déplace la manette du disjoncteur vers la position « arrêt » et un arc électrique se produit. Des éclats d'arcs atteignent les travailleurs.

Conséquences

Les trois travailleurs sont transportés à l'hôpital où des brûlures au deuxième et troisième degré sont constatées.

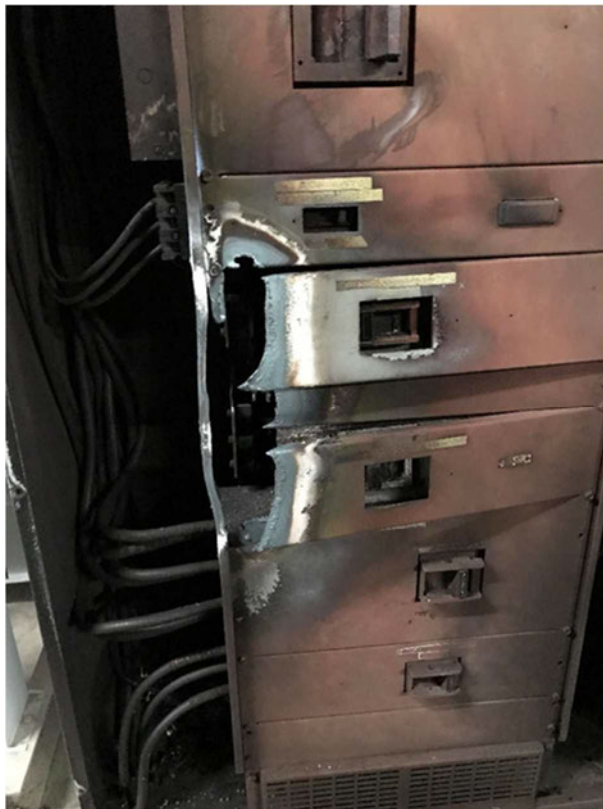


Figure 1 : Armoire électrique perforée par les éclats d'arcs (source : CNESST)

Abrégé des causes

L'enquête a permis d'identifier les deux causes suivantes pour expliquer cet accident :

- Trois travailleurs sont exposés à des éclats d'arc électrique ;
- L'identification des risques électriques auxquels sont exposés les travailleurs lors du réarmement du disjoncteur est déficiente.

Mesures correctives

Le 21 avril 2021, soit la journée de l'accident, la CNESST interdit l'utilisation de trois équipements :

- Le compresseur Quincy 150 HP ;
- Le transformateur relié au compresseur Quincy 150 HP ;
- Le câblage situé entre le disjoncteur D511 et le compresseur Quincy 150 HP.

Ces décisions sont consignées au rapport d'intervention RAP1344789.

Le 21 avril 2021, jour de l'accident, l'employeur met en place une procédure de réarmement des disjoncteurs prévoyant notamment une investigation par un électricien ainsi que le port d'équipements de protection individuelle.

Le 22 avril 2021, la CNESST autorise l'utilisation du câblage situé entre le disjoncteur D511 et le compresseur Quincy 150 HP à la suite d'une inspection par une firme spécialisée. Cette décision est consignée au rapport d'intervention RAP1346706.

Le 26 avril 2021, la CNESST autorise l'utilisation du compresseur Quincy 150 HP à la suite d'une inspection par une firme spécialisée. Cette décision est consignée au rapport d'intervention RAP1346706.

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 ou du chantier**

Olymel Drummondville est une entreprise spécialisée dans la préparation de bacon. L'établissement qui emploie 473 travailleurs syndiqués est situé au 255 rue Rocheleau à Drummondville. La gestion des opérations relève de plus de 40 représentants de l'employeur, soit des cadres, des superviseurs, des contremaîtres et des chefs d'équipe.

L'usine de Drummondville est une division d'Olymel S.E.C. qui compte 35 usines et centres de distribution au Canada, dont 26 au Québec. La plupart de ces usines sont des centres d'abattage n'effectuant pas le même type d'opérations que l'usine de Drummondville. L'entreprise détient également plusieurs fermes d'élevage. Olymel S.E.C. embauche plus de 13 000 travailleurs et appartient à Sollio Groupe Coopératif.



Figure 2 : Organigramme d'Olymel Drummondville. (source : CNESST)

2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

2.2.1 Mécanismes de participation

Divers comités paritaires sont en place afin de favoriser la prise en charge de la santé et sécurité au travail. Un comité de santé et sécurité paritaire se réunit mensuellement. D'autres comités se rencontrent périodiquement afin de discuter de divers sujets.

Des tournées de vérifications périodiques sont effectuées par l'employeur, par le syndicat ou paritairement afin d'inspecter divers éléments tels que les trousseaux de premiers soins, les douches oculaires, les lieux ou les équipements.

2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Olymel Drummondville fait partie du secteur d'activité économique « Industrie des aliments et boissons ». Les établissements de ce secteur d'activité ont l'obligation, en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST), de mettre en application un programme de prévention.

Un programme de prévention est disponible à l'établissement sous forme de diverses procédures, certaines étant corporatives alors que d'autres sont propres à l'établissement. Ces procédures traitent de divers sujets tels que le cadenassage, la sécurité des machines, le travail à chaud, l'ergonomie, le travail en espace clos, le travail en hauteur, la conduite de chariots élévateurs, les quais de chargement et les mesures d'urgence. Celles-ci sont présentées aux nouveaux travailleurs lors du processus d'embauche.

L'entreprise dispose également d'un plan d'action annuel en santé et sécurité. L'élaboration d'un programme de sécurité électrique était prévue et des démarches étaient déjà entamées en ce sens. La démarche était actuellement à l'étape d'autorisation des budgets et de la planification. Le plan d'action pour l'élaboration du programme de sécurité électrique se déroulait de 2021 à 2032 pour effectuer l'ensemble des démarches pour toutes les usines d'Olymel. L'élaboration du programme de l'usine de Drummondville était prévue pour 2028-2029.

Au moins un événement d'éclat d'arc électrique créant des étincelles hors d'un panneau électrique est survenu dans le passé lors du réarmement d'un disjoncteur, le 1^{er} avril 2021. À la suite de cet événement n'entraînant aucune blessure, un équipement est remplacé afin de régler la problématique. Aucune enquête n'est effectuée par l'employeur à la suite de cet incident.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 Description du lieu de travail

L'entreprise est située au 255, rue Rocheleau à Drummondville.

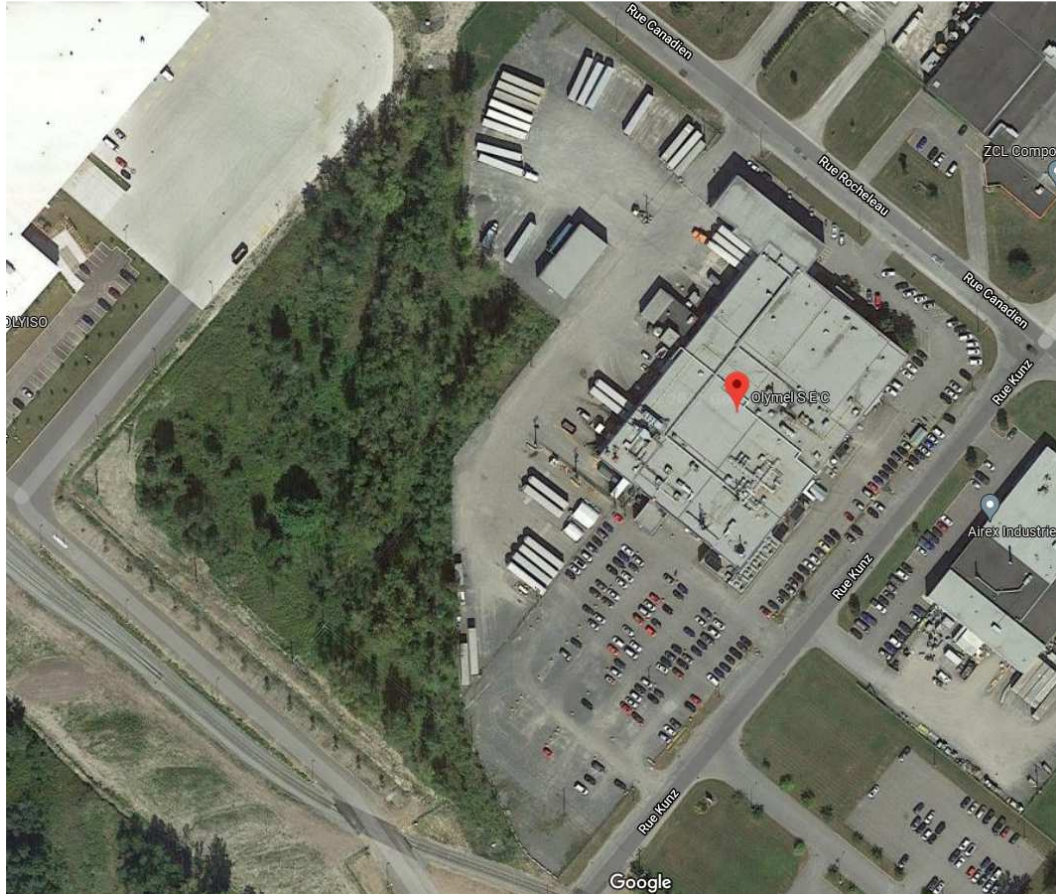


Figure 3 : Établissement Olymel Drummondville inc. (source : Google Maps)

L'usine est composée de diverses sections, comprenant notamment des aires de production, d'entreposage, de chargement et déchargement, de bureaux ainsi que des ateliers mécaniques et électriques.

Lors de leur réception, les produits sont déchargés et ensuite transportés dans l'usine à l'aide de convoyeurs ou de chariots élévateurs.

L'accident est survenu dans le secteur des compresseurs à air.

3.2 Description du travail à effectuer

Pendant le quart de travail de nuit, les travailleurs doivent effectuer l'assainissement de l'usine. Pour ce faire, ils doivent utiliser de l'eau chaude et divers produits afin de nettoyer les équipements ainsi que les zones de production. Le 21 avril 2021, vers 00 h 45, une coupure de l'alimentation d'eau chaude survient, empêchant ainsi les opérations d'assainissement.

En tant que contremaîtres de la maintenance et de la *sanitation*, M. **D** ainsi que M. **C** doivent alors trouver la problématique et rétablir l'alimentation en eau chaude. L'accident survient au moment où les travailleurs tentent de remettre en fonction le circuit électrique d'un équipement.

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

Le 20 avril 2021, vers 22 h 30, M. **C** débute son quart de travail à titre de contremaître de *sanitation*. Vers 23 h, M. **D** contremaître de la maintenance et M. **E** électromécanicien, débutent leur quart de travail.

Le 21 avril 2021, aux alentours de 00 h 45, les travailleurs de l'assainissement constatent un manque d'eau chaude et avisent **C**. Ce dernier va vérifier le bassin d'eau chaude et constate qu'il est vide. Il avise alors le contremaître de la maintenance qui vient le rejoindre. Ensemble, ils vérifient divers éléments tels que l'entrée d'eau de la ville ainsi que le bon fonctionnement de la bouilloire. Ils constatent que les valves du réservoir d'eau chaude ne sont plus fonctionnelles et découvrent ensuite que le compresseur à air Quincy 150 HP alimentant les valves du réservoir est à l'arrêt. Ils tentent, sans succès, de redémarrer le compresseur. Par la suite, ils parviennent à démarrer un autre compresseur, moins puissant, permettant aux valves de fonctionner et au bassin de se remplir.

M. **C** et M. **D** poursuivent les recherches pour déterminer la cause de l'arrêt du compresseur à air Quincy 150 HP. Vers 1 h 15, M. **E** les croise et offre de les aider. Ensemble, ils parviennent à trouver le disjoncteur alimentant le compresseur Quincy 150 HP, le disjoncteur D511. Ils constatent que le disjoncteur en question, situé dans le panneau de distribution électrique S (panneau S), est en position déclenchée. M. **E** ainsi que M. **D** s'accroupissent devant le panneau S à une distance de bras de celui-ci. M. **D** est situé à la gauche de M. **E**. M. **C** se tient debout à une distance de deux mètres devant le panneau S, derrière M. **E** mais plus à droite (figure 4). M. **D** tente de remettre le disjoncteur à la position MARCHÉ (ON) mais il n'est pas en mesure de le faire. Afin de réarmer ce dernier, M. **E** déplace la manette du disjoncteur vers la position ARRÊT (OFF) et un arc électrique se produit. Les travailleurs sont exposés à des éclats d'arcs. À 1 h 28, l'alarme incendie se déclenche.

Les premiers secours sont appelés, les trois travailleurs sont transportés à l'hôpital et des brûlures au deuxième et troisième degré sont constatées.

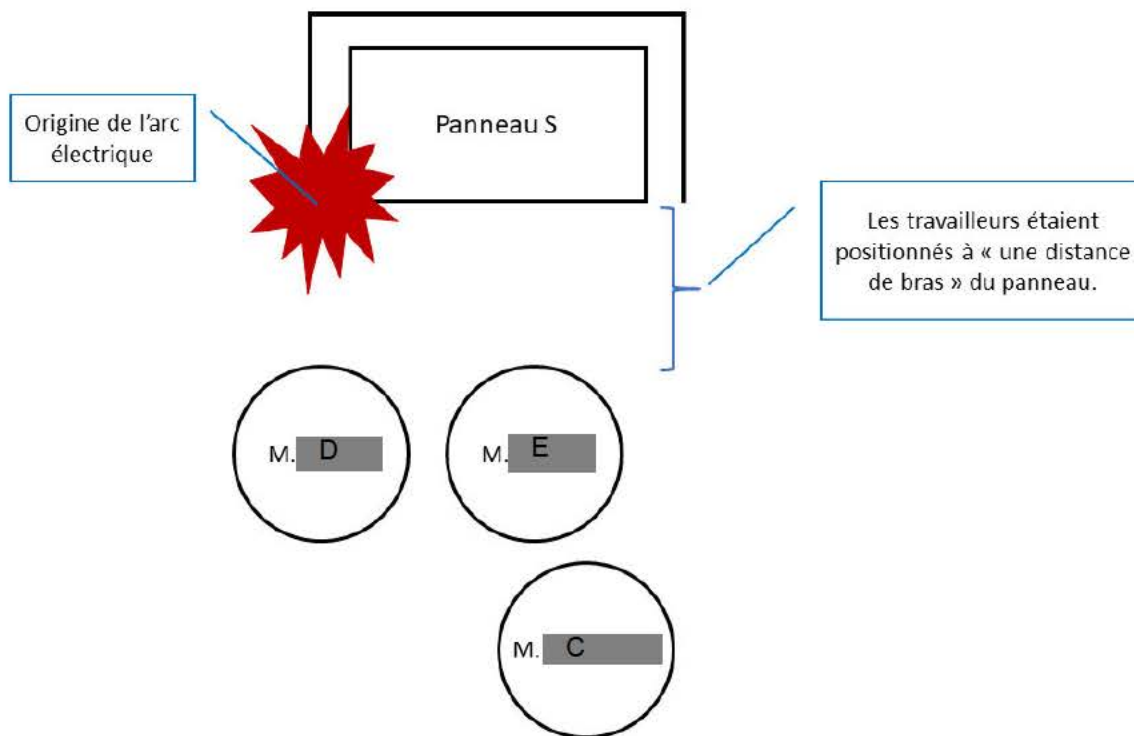


Figure 4 : Positionnement des travailleurs (source : CNESST)

4.2 Constatations et informations recueillies

4.2.1 Informations sur les travailleurs et leur formation

4.2.1.1 C

M. C est à l'emploi d'Olymel et œuvre à l'usine de Drummondville

4.2.1.2 D

M. D à l'usine d'Olymel Drummondville

[REDACTED]

[REDACTED]

4.2.1.3 E [REDACTED]

M. E [REDACTED] est [REDACTED] à l'usine d'Olymel Drummondville [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

4.2.2 Expertise

La CNESST a mandaté la firme d'ingénierie CEP Forensique afin de réaliser une investigation technique visant à établir l'origine, les circonstances et la cause probable de l'évènement accidentel. Le rapport de l'expertise réalisée par l'ingénieur Stéphane Labonté est joint en annexe C.

4.2.3 Description des équipements

Le circuit électrique alimentant le compresseur Quincy 150 HP comprend plusieurs appareillages électriques. Un diagramme unifilaire détaillé est présent au rapport d'expertise à l'annexe C. Une version simplifiée de ce diagramme est présentée à la figure 5.

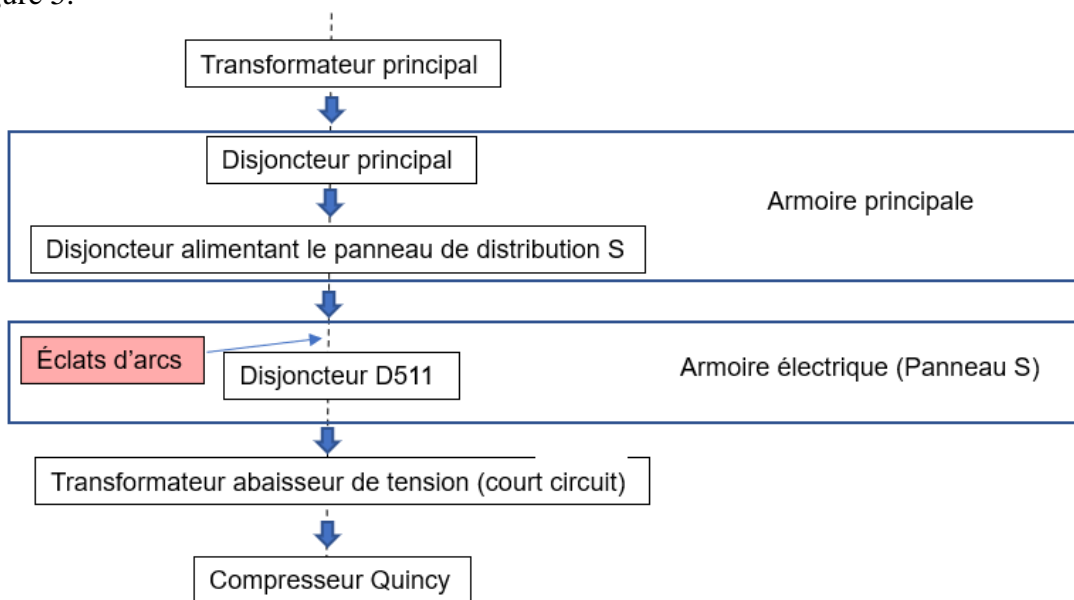


Figure 5 : Circuit électrique du compresseur Quincy (source : CNESST)

4.2.3.1 Transformateur principal

Un transformateur extérieur de 2500 kVA abaisse la tension à 600 volts c.a. Il est protégé par un fusible de 80 ampères.

4.2.3.2 Disjoncteur principal

Le transformateur principal dessert l'armoire électrique principale. Elle est munie d'un disjoncteur principal de 3200 ampères.

4.2.3.3 Disjoncteur alimentant le panneau S

À l'intérieur de l'armoire électrique principale, un second disjoncteur de 1600 ampères dessert le circuit électrique associé au panneau S.

4.2.3.4 Panneau de distribution électrique (panneau S)

L'armoire électrique où est survenu l'arc électrique est identifiée panneau S (figure 6). Elle est de marque Siemens mais aucune inscription n'identifie le modèle. L'expertise réalisée démontre qu'il pourrait s'agir du modèle P5 de Siemens. Ce modèle de panneau fonctionne à 347/600 volts c.a., il a une capacité de 1000 ampères ainsi qu'une capacité de courant de défaut de 42 000 ampères. Le panneau a été installé à l'usine en 2008.

Douze disjoncteurs de divers modèles sont présents dans l'armoire électrique lors de l'événement. On y retrouve notamment les disjoncteurs D510 et D511.



Figure 6 : Panneau S perforé par les éclats d'arcs (source : CNESST)

Le panneau S est muni de barres de distribution principales et secondaires. Les trois barres de distribution principales sont installées verticalement au fond de l'armoire (figure 7). Des barres de distribution secondaires sont installées horizontalement afin de relier les barres de distribution primaires aux disjoncteurs (figure 8).

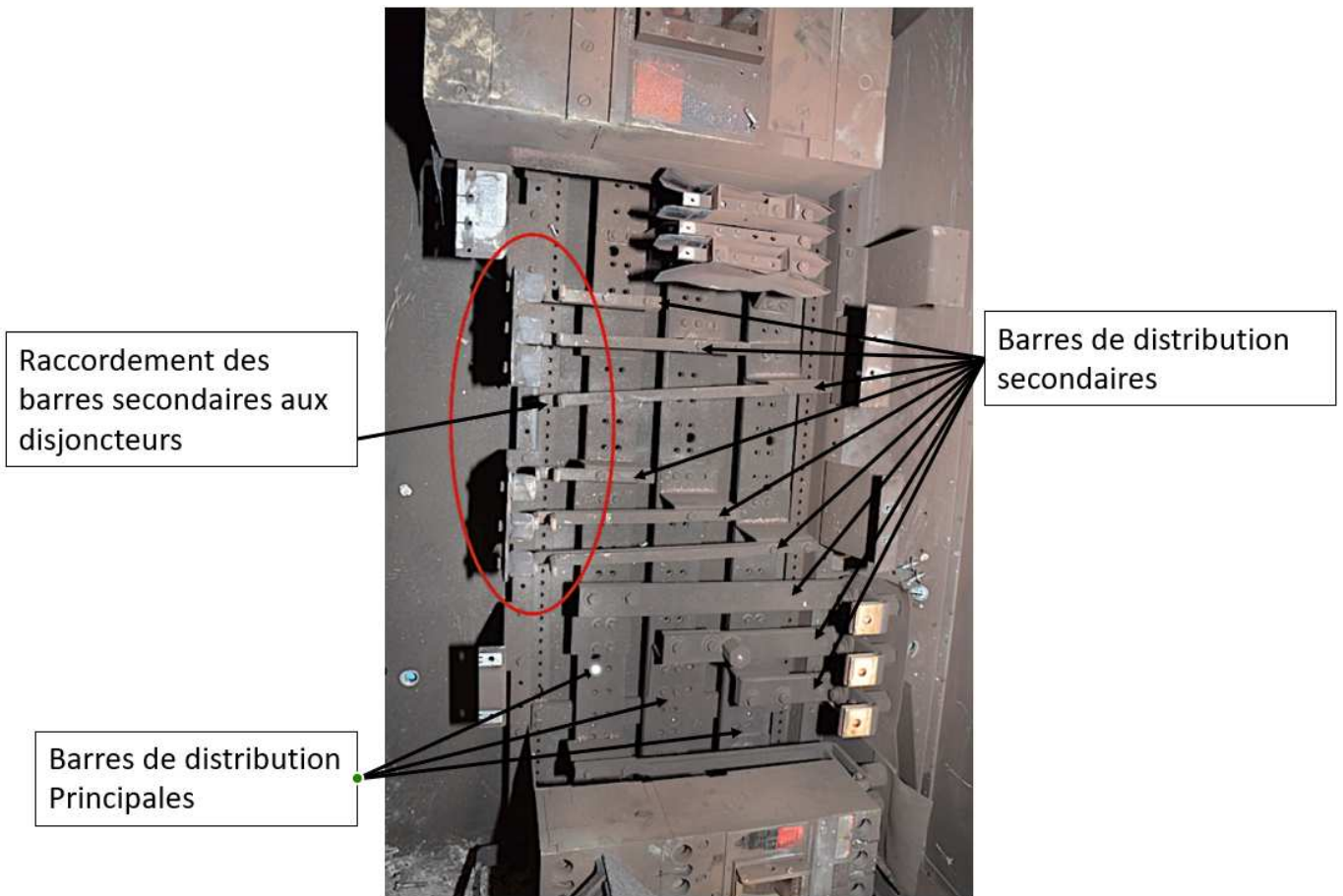


Figure 7 : Panneau S avec disjoncteurs retirés. (source: Stéphane Labonté, CEP Forensique, modifiée par CNESST)

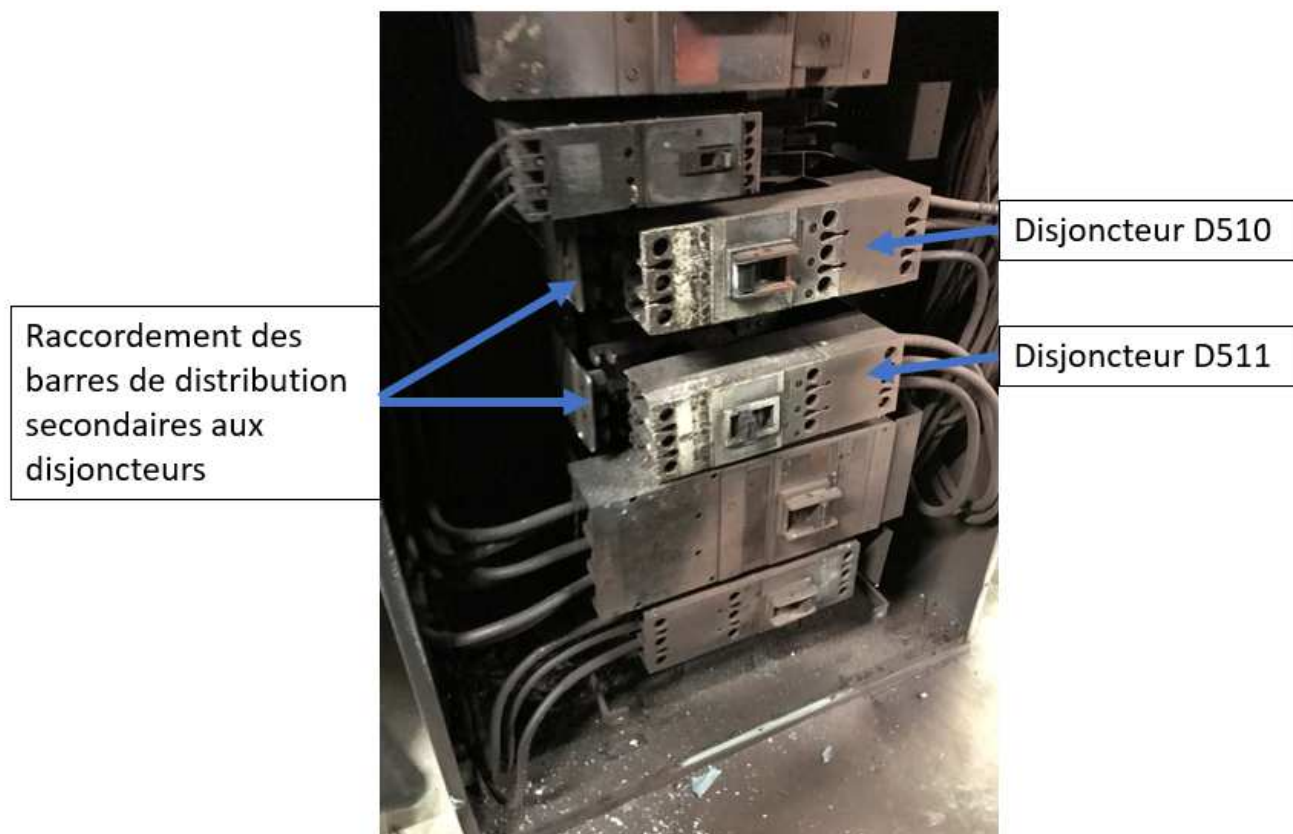


Figure 8 : Panneau S ouvert avec disjoncteurs en place. (source: Stéphane Labonté, CEP Forensique, modifiée par CNESST)

Lors de l'installation de barres de distribution secondaires, les prescriptions du fabricant prévoient un couple de serrage à respecter pour chacune des connexions boulonnées. Cette information est notamment présente dans les guides d'installation. Des outils tels qu'un tournevis dynamométrique ou une clé dynamométrique doivent être utilisés pour valider le couple de serrage.

Tel que mentionné dans le rapport d'expertise, l'analyse réalisée par l'ingénieur Stéphane Labonté a démontré que certaines barres de connexions secondaires du panneau S n'étaient pas fixées adéquatement, des connexions étaient lâches :

« Par ailleurs, nous avons constaté que certaines des barres de distribution secondaires qui se raccordaient aux disjoncteurs D510 et D511 n'étaient pas adéquatement fixées aux barres de distribution principales (connexions lâches). »

L'inspection de l'équipement se limitait à une inspection annuelle par thermographie.

L'arc électrique est survenu à l'intérieur du panneau S en amont du disjoncteur D511 (figure 5).

4.2.3.5 Disjoncteur

4.2.3.5.1 Fonctionnement d'un disjoncteur

Les disjoncteurs sont des dispositifs de protection qui servent à ouvrir automatiquement un circuit électrique lors d'une surcharge ou d'un défaut. Lorsqu'un tel évènement survient, la manette du disjoncteur se positionne en position intermédiaire. Pour réarmer le disjoncteur, la manette doit être déplacée en position ARRÊT (OFF) pour être ensuite remise en position MARCHÉ (ON) (figure 9).

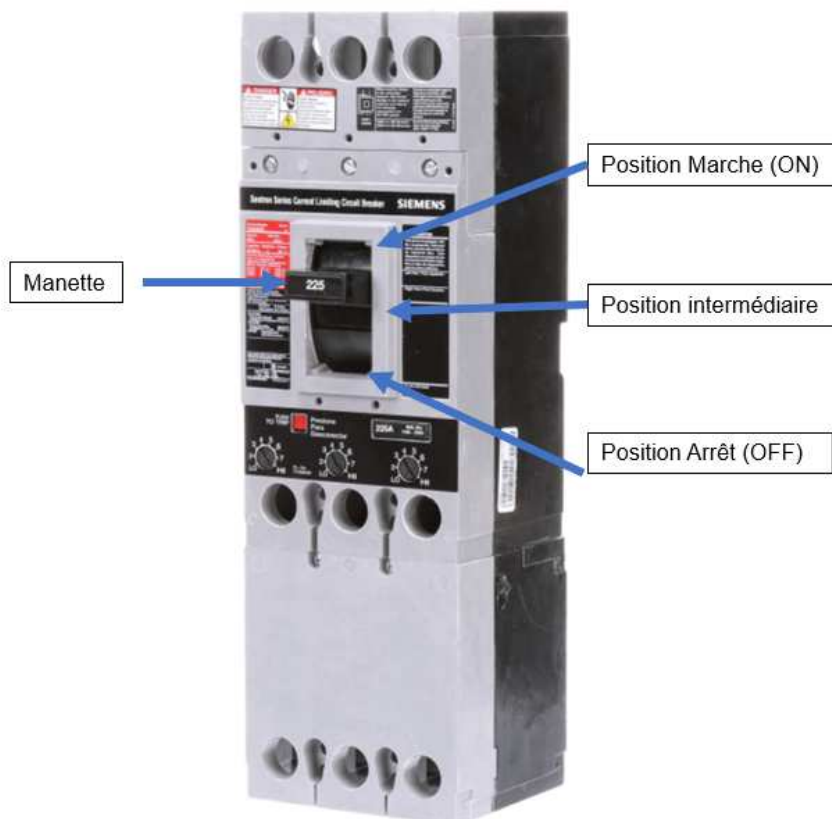


Figure 9 : Disjoncteur CFD63B225 (source : Lumen, modifiée par CNESST)

4.2.3.5.2 Disjoncteur D511

Le disjoncteur manipulé lors de l'accident est un disjoncteur de marque Siemens, modèle CFD63B225. Il est situé dans le panneau S. Il est alimenté à une tension de 600 volts et a une capacité de 225 ampères. Il est identifié comme étant le disjoncteur D511.

Il s'agit d'un disjoncteur neuf qui a été installé en octobre 2020 en remplacement d'un disjoncteur de même modèle. Le remplacement a été effectué à la suite d'une inspection par thermographie qui avait révélé des points chauds.

4.2.3.5.3 Recommandations pour l'installation du disjoncteur

Lors de l'installation de disjoncteurs, les prescriptions du fabricant prévoient un couple de serrage à respecter. Cette information est notamment présente dans les guides d'installation ainsi que sur le disjoncteur en-soi. Des outils tels qu'un tournevis dynamométrique ou une clé dynamométrique doivent être utilisés pour valider le couple de serrage.

4.2.3.5.4 Recommandations pour l'utilisation du disjoncteur

Le manuel du fabricant du disjoncteur (figure 10) précise que seules les personnes qualifiées devraient travailler avec l'équipement. Il stipule également que l'opération sécuritaire de l'équipement dépend notamment d'une installation, d'une utilisation et d'une maintenance appropriées de celui-ci.

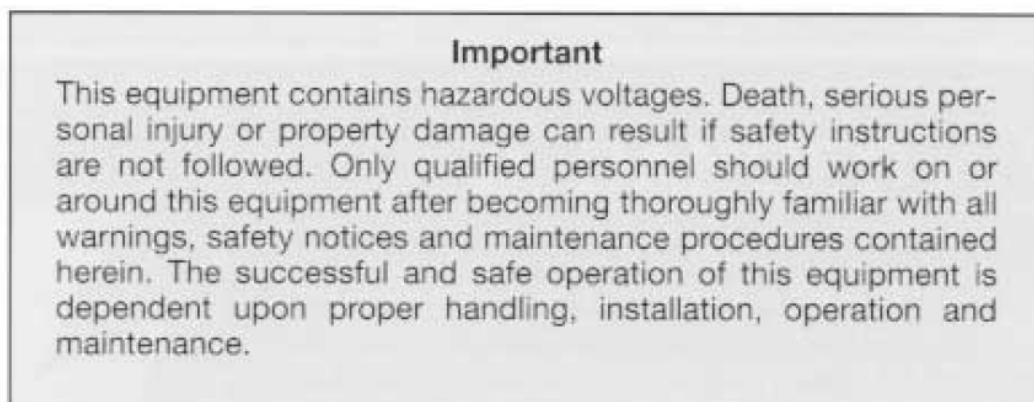


Figure 10 : Mises en garde provenant du manuel du fabricant (source : Siemens)

Le manuel du fabricant (figure 11) précise également qu'une personne qualifiée doit notamment :

- Être familière avec l'installation, la construction et l'opération de l'équipement ainsi que les risques qui y sont reliés.
- Avoir reçu la formation et être autorisée à énergiser ou retirer l'énergie de l'équipement selon les méthodes sécuritaires reconnues.
- Être formée sur l'utilisation et l'entretien des équipements de protection individuelle tels que les gants de caoutchouc, le casque, les lunettes ou visières de sécurité ainsi que les vêtements de protection.
- Avoir reçu la formation de premiers secours.

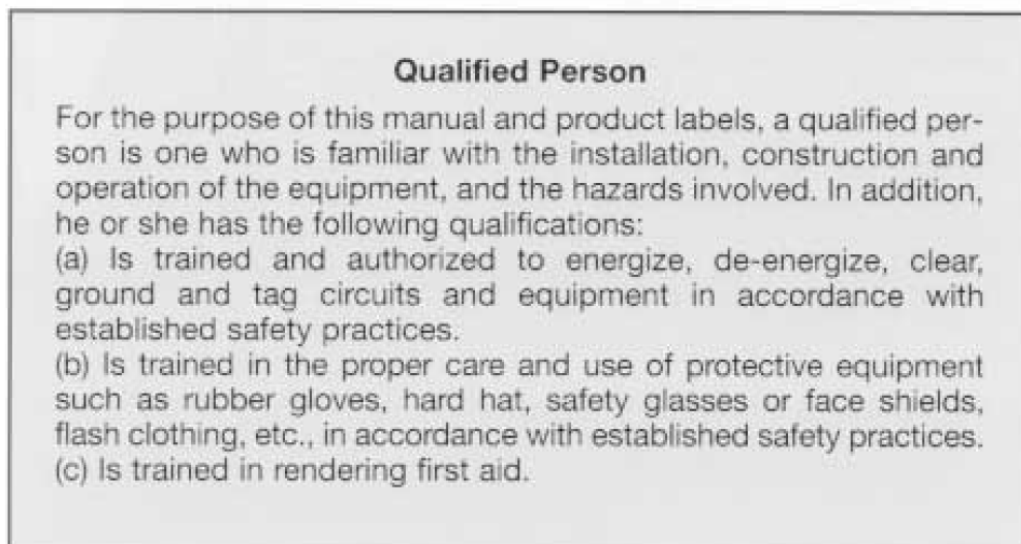


Figure 11 : Mises en garde provenant du manuel du fabricant (source : Siemens)

4.2.3.5.5 Manipulations des disjoncteurs chez Olymel Drummondville

Selon les témoignages, le réarmement manuel de disjoncteurs ouvert automatiquement est effectué occasionnellement à l'usine d'Olymel Drummondville. Il n'existe pas de méthode de travail pour réaliser cette tâche qui est notamment effectuée par des électriciens, des électromécaniciens ou des représentants de l'employeur. Il y est habituel de réarmer manuellement un disjoncteur déclenché automatiquement sans avoir déterminé la cause du déclenchement.

4.2.3.5.6 Entretien et état du disjoncteur D511

Lors de l'événement, l'inspection de l'équipement se limite à une inspection annuelle par thermographie.

Aucune vérification supplémentaire n'est effectuée suite au changement du disjoncteur en octobre 2020.

Tel que précisé dans le rapport d'expertise, l'analyse n'a révélé aucune anomalie sur les disjoncteurs D510 et D511 :

« De façon générale, l'inspection des composants internes des deux disjoncteurs n'a révélé aucune anomalie particulière. De plus, nos vérifications ont démontré que leurs mécanismes internes (reliés à la manette et au bouton de déclenchement manuel) fonctionnaient adéquatement. »

4.2.3.6 Transformateur

Un transformateur de 220 kVA Siemens DT54220, série ■ est utilisé afin d'abaisser la tension de 600 à 460 volts c.a. pour alimenter le compresseur Quincy 150 HP. Ce transformateur est installé à l'usine en 2013.

Il s'agit d'un transformateur triphasé connecté à l'alimentation selon une configuration delta. Au moment de l'accident, il est fixé en hauteur (figure 12). L'accès aux composantes du transformateur est empêché par un panneau frontal boulonné.

L'inspection de l'équipement se limitait à une inspection annuelle par thermographie alors que le couvercle de l'équipement demeurait en place. Le couvercle n'est pas retiré pour effectuer les thermographies puisqu'il est difficile à manipuler et que l'équipement est installé en hauteur.



**Figure 12 : Transformateur à la suite de l'accident avec le couvercle frontal retiré
(source : CNESST)**

4.2.3.7 Compresseur Quincy 150 HP

Un compresseur à air Quincy 150 HP (figure 13) est utilisé afin de fournir de l'air comprimé à divers équipements, notamment aux valves du bassin d'eau chaude. Celui-ci fonctionne sous une tension de 460 volts. Il est installé à l'usine en 2013.



Figure 13 : Compresseur Quincy 150 HP
(source : Stéphane Labonté, CEP Forensique)

4.2.4 Déclenchement du disjoncteur D511

Le déclenchement du disjoncteur D511 a été causé par une défaillance dans le transformateur 600/460V c.a. alimentant le compresseur Quincy 150 HP. La gaine isolante d'un câble conducteur à l'intérieur du transformateur s'est graduellement usée par frottement. Le 21 avril 2021, le conducteur du câble entre en contact avec la cosse de raccordement alors qu'il est dénudé à cet endroit, ce qui cause un court-circuit (figure 14). Ce court-circuit engendre un courant de défaut de 20 000 ampères sur le circuit électrique. Le disjoncteur D511 s'ouvre sous l'effet du courant de défaut et le compresseur Quincy 150 HP s'arrête.

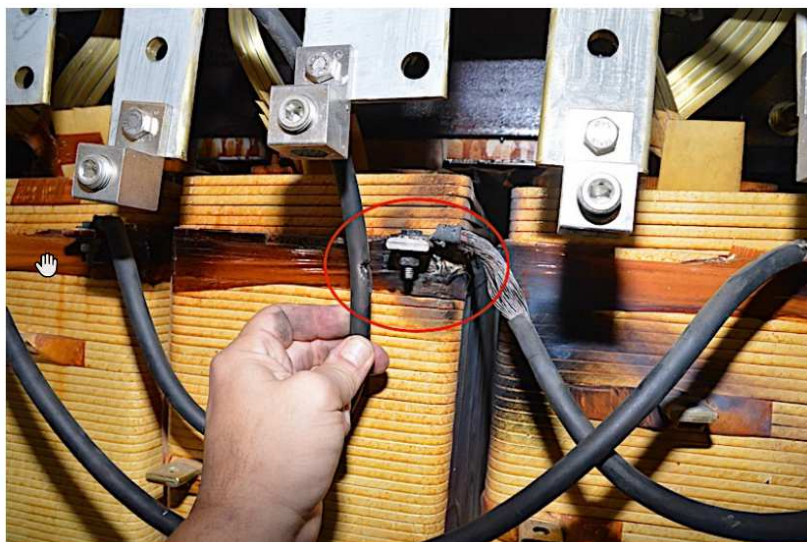


Figure 14 : Gaine isolante du conducteur endommagée et point de contact du court-circuit (source : Stéphane Labonté, CEP Forensique)

4.2.5 L'arc électrique

4.2.5.1 Notions d'arc électrique et d'éclats d'arcs

Le guide *Comprendre et prévenir les risques électriques* publié par l'association sectorielle paritaire MultiPrévention traite notamment des notions d'arc électrique et d'éclats d'arcs. Les informations présentées dans cette section sont tirées de ce document.

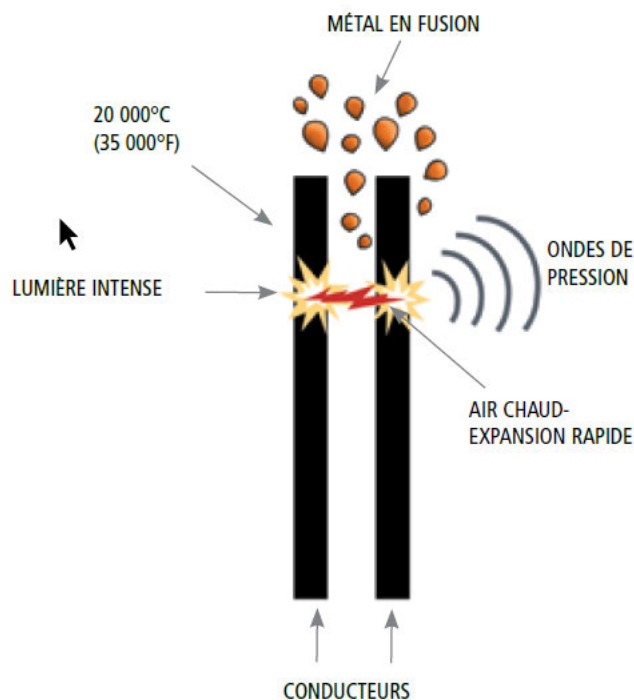
« Un arc électrique est un flux de courant qui se propage dans l'air entre deux conducteurs ou entre un conducteur et une composante mise à la terre. Les éclairs qu'on observe pendant les orages sont des arcs électriques entre deux nuages ou entre un nuage et le sol. Dans les installations électriques, l'arc peut se produire suite à :

- La détérioration des isolants par vieillissement ou usure;
- Un défaut dans l'équipement;
- Un court-circuit accidentel causé par un élément conducteur (tige d'un tournevis, sondes d'un multimètre, câble dénudé qui se détache et entre en contact avec une phase);
- L'utilisation d'un appareil de mesure inadéquat. »

« Dans certaines circonstances, l'énergie dégagée durant la formation d'un arc électrique peut être extrêmement intense. Il y a une très forte augmentation de la température, de l'intensité lumineuse et de la pression; tout cela en une fraction de seconde. La température est si élevée, 20 000 degrés Celsius, qu'elle fait fondre le métal et surchauffe l'air ambiant. Le cuivre a la particularité de se dilater environ 67 000 fois son volume lorsqu'il passe directement de l'état solide à l'état

gazeux. Cette expansion brutale s'apparente à une déflagration, appelée communément « éclats d'arcs ». Les termes « boule de feu », éclairs d'arc et « arc flash » sont également utilisés pour décrire la déflagration provoquée par un puissant arc électrique. »

« La vitesse à laquelle se produisent les éclats d'arcs est si grande qu'il est impossible de réagir à temps pour se protéger. Les blessures subies sont typiquement des brûlures aux yeux, au visage, aux mains et aux avant-bras. Dans certains cas, les vêtements peuvent prendre en feu. Les projections de métal en fusion et la lumière intense générée durant l'arc peuvent blesser gravement les yeux. Les éclats d'arcs sont associés à la formation de fortes ondes de pression qui peuvent causer des dommages au tympan de l'oreille. La victime peut même être projetée violemment sous l'effet de la déflagration. »



L'ARC ÉLECTRIQUE PEUT DÉGAGER UNE TRÈS GRANDE QUANTITÉ D'ÉNERGIE.

Figure 15 : Explications d'un arc électrique (source : Guide Comprendre et prévenir les risques électriques de Multiprèvention)

4.2.5.2 Arc électrique survenu dans le panneau S

L'ingénieur Stéphane Labonté a déterminé qu'un arc électrique est survenu à l'intérieur du panneau S :

« À la lumière des informations recueillies et de l'examen des composants électriques impliqués dans l'accident, nous sommes en mesure d'établir qu'un éclair d'arc électrique est survenu à l'intérieur de l'armoire électrique identifiée par « Panneau S », alors que des travailleurs effectuaient des manipulations sur le disjoncteur D511 qui desservait le compresseur. »

4.2.5.3 Effet de l'arc électrique sur les travailleurs

Au moment où l'arc électrique est survenu, M. **E** et M. **D** étaient accroupis côte à côte devant l'armoire électrique où est situé le disjoncteur, à une distance de bras du disjoncteur D511. M. **D** qui se trouve devant le point de raccordement des barres de distribution au disjoncteur subit des brûlures au troisième degré. M. **E** qui se trouve à sa droite, devant le disjoncteur, subit des brûlures au deuxième degré. M. **C** qui était situé à environ deux mètres du disjoncteur D511, subit des brûlures au 2^e degré.

Certains vêtements des travailleurs exposés aux éclats d'arcs ont brûlé, d'autres ont fondu (figure 16).



Figure 16 Pantalon porté par M. **D** (source : CNESST)

4.2.5.4 Effet de l'arc électrique sur les équipements

L'expertise réalisée décrit les effets de l'arc électrique sur l'appareillage électrique :

« L'examen de l'armoire électrique impliquée dans les événements a permis de constater que les barres de distribution secondaires qui étaient raccordées au côté source des disjoncteurs D510 et D511 avaient été complètement pulvérisées par la chaleur de l'arc. Cela

démontre qu'il y a eu amorce d'arcs électriques entre certaines de ces barres de distribution, avant de se propager aux autres barres adjacentes. Il est à noter que ces barres de distribution secondaires étaient continuellement sous tension, et ce, peu importe l'état des deux disjoncteurs (marche, arrêt ou déclenché). »

La figure 17 illustre, en pointillés, les barres secondaires qui ont été pulvérisées.

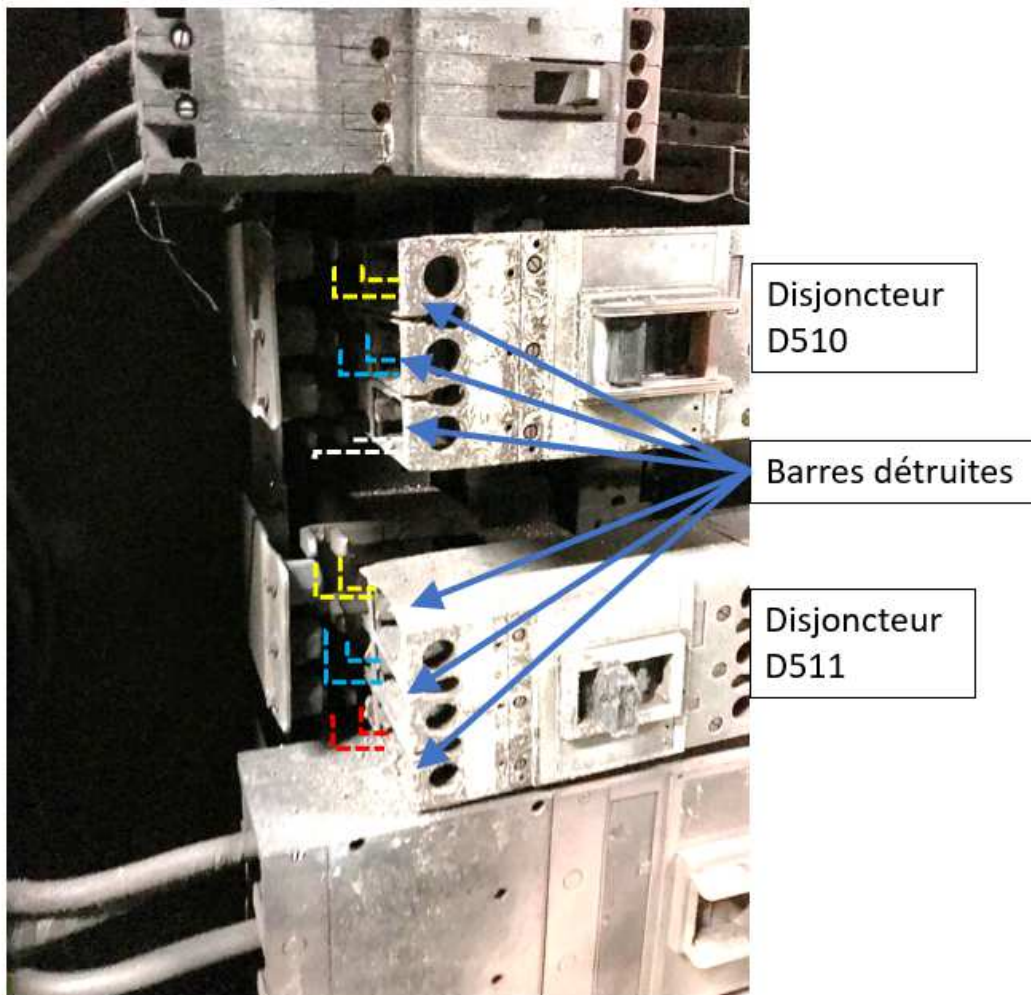


Figure 17 : Barres de distribution détruites (source: CNESST)

Le rapport d'expertise précise que :

« En façade de l'armoire, il était possible d'observer une importante perforation par arcs électriques à proximité des disjoncteurs D510 et D511 situés dans la portion inférieure de l'armoire. Plus spécifiquement, ladite perforation était localisée à l'extrémité gauche des couvercles qui recouvraient les deux disjoncteurs en question. »

La figure 18 illustre la perforation du panneau S produite par l'arc électrique.



**Figure 18 : Effet des éclats d'arcs sur le panneau S (projecteurs latéraux retirés
(source : CNESST)**

4.2.5.5 Cause de l'arc électrique

L'expertise a retenu l'hypothèse suivante pour expliquer la génération de l'arc électrique :

« Nous sommes d'avis que la présence d'une connexion résistive au niveau d'un des raccordements des barres de distribution secondaires du disjoncteur D511 constitue l'hypothèse la plus probable pouvant expliquer la séquence des événements et l'ensemble des dommages qui en ont résulté. Une connexion résistive survient en présence d'un mauvais contact électrique au niveau de la jonction entre deux pièces énergisées (résistance de contact élevée). La présence de contaminants (rouille, oxydation) ou un couple de serrage insuffisant sont généralement à l'origine d'une telle anomalie. Au passage d'un important courant de défaut (20 000 ampères dans le cas présent), une telle connexion résistive peut surchauffer de façon importante et

émettre des particules ionisantes à l'intérieur de l'armoire. Dans le présent dossier, nous avons d'ailleurs identifié deux éléments venant appuyer une telle hypothèse :

- Le disjoncteur avait été remplacé quelques mois avant l'accident, ce qui avait impliqué des manipulations au niveau des barres de distribution secondaires qui se raccordaient à ce dernier (possibilité d'installation inadéquate).
- L'inspection de l'armoire a révélé que certaines des barres de distribution secondaires des disjoncteurs D510 et D511 n'étaient pas fixées adéquatement aux barres de distribution principales de l'armoire (connexions lâches).

Bien que la manipulation du disjoncteur par les travailleurs ne puisse expliquer la cause primaire de l'accident, il n'en demeure pas moins que la pression mécanique et les vibrations engendrées lors du déplacement de la manette du disjoncteur à la position « ARRÊT » ont fort probablement contribué à l'émergence des conditions requises pour amorcer des arcs électriques entre les barres de distribution secondaires, et ce, en présence de particules ionisantes et/ou de dépôts de suie générés plus tôt lors du passage du courant de défaut. »

« Lors de la dégradation d'un matériel provoquée par une surchauffe ou une défaillance électrique, des ions positifs ou négatifs peuvent se détacher du matériel en question et s'accumuler dans l'air environnant, ce qui conduit à un déséquilibre des charges électrostatiques dans l'air (état neutre en temps normal). Une telle situation survenant à l'intérieur d'une armoire électrique a pour effet de réduire la rigidité diélectrique naturelle de l'air. Lorsque celle-ci atteint un niveau critique, il peut y avoir amorce d'arcs électriques entre deux pièces métalliques fonctionnant à des tensions différentes compte tenu de la conductivité accrue de l'air. En plus de générer des particules ionisantes dans l'air, la dégradation des matériaux peut également produire des dépôts de suie sur des composants, lesquels sont principalement composés de carbone (élément conducteur d'électricité). »

4.2.6 CSA Z462-21 Sécurité électrique au travail

La norme CSA Z462-21 énonce les exigences de sécurité en matière d'électricité au travail qui visent à prévenir les accidents pendant des activités comme l'installation, le retrait, l'inspection, l'exploitation, l'entretien et le démantèlement de conducteurs électriques, d'appareillage électrique. Elle prescrit également les exigences de sécurité lors de travaux effectués à proximité d'appareillage électrique sous tension.

La norme définit ce qu'est un état normal d'un équipement ou d'un appareil, afin d'identifier s'il y a un danger électrique et si une situation ou une tâche sont sécuritaires.

« **3. Danger électrique** – situation dangereuse caractérisée par le fait que le contact, ou la défaillance de l'appareillage, pourrait entraîner un choc électrique, une brûlure par éclats d'arcs, une brûlure thermique ou des blessures découlant d'une explosion électrique. »

« 4.1.7.8.4 État normal des appareillages

La procédure d'évaluation du risque doit déterminer si l'état d'un appareillage est normal. Un état d'appareillage jugé normal exige que les conditions suivantes soient respectées :

- a) L'appareillage est installé adéquatement;
- b) L'appareillage est entretenu adéquatement;
- c) L'appareillage est utilisé conformément aux instructions prescrites dans le Code canadien de l'électricité, deuxième partie en vigueur et aux instructions du fabricant;
- d) Toutes les portes d'appareillage sont fermées et fixées;
- e) Tous les couvercles d'appareillage sont en place et fixés; et
- f) Il n'y a pas de signe probant de défaillance imminente. »

Le tableau 2 de la norme peut être utilisé pour évaluer la probabilité qu'une blessure causée par des éclats d'arcs survienne en fonction de la tâche à effectuer et l'état de l'appareillage. Si le risque d'éclats d'arcs est présent, une appréciation du risque doit être réalisée à cet égard afin de déterminer les mesures de prévention à mettre en œuvre. Un extrait du tableau 2 de la norme est présenté à la figure 19.

Estimation de la probabilité que survienne une blessure causée par un éclat d'arcs sur des systèmes à courant alternatif (AC) ou à courant continu (DC)

TÂCHE	ÉTAT DE L'APPAREILLAGE	PROBABILITÉ QU'UNE BLESSURE SURVIENNE CAUSÉE PAR UN ÉCLAT D'ARCS
Thermographie infrarouge ou autre inspection sans contact à l'extérieur du périmètre d'accès restreint (sans ouverture de porte ou de couvercle)	Tous	Non
Examen de câble isolé, sans manipulation du câble		Non
Travail sur des circuits de commande avec conducteurs et autres éléments de circuit sous tension à découvert, à 125 V ou moins sans aucun autre appareillage sous tension à découvert à plus de 125 V, y compris lors de l'ouverture de couvercles à charnières pour accéder aux circuits		Non
Travail sur des conducteurs et autres éléments de circuit sous tension de cellules de batteries branchées en série, y compris des essais de tension.		Oui
Travail sur des conducteurs et autres éléments de circuit sous tension, y compris des essais de tension		Oui
Manoeuvre de disjoncteur, d'interrupteur, de contacteur ou de démarreur	Normal Anormal	Non Oui

Figure 19 : Extrait du tableau 2 de la norme CSA Z462-18 (source : Guide Comprendre et prévenir les risques électriques (modifié par CNESST))

Le tableau F.1 de la norme suggère des exemples de méthodes de maîtrise du risque à mettre en place suite à l'analyse de risque (figure 20). Celles-ci sont énoncées de manière hiérarchique en débutant par la plus sécuritaire.

Tableau F.1
Hiérarchie des méthodes de maîtrise du risque
(Voir l'article [F.3.](#))

Méthode de maîtrise du risque	Exemples
1) Élimination	Les conducteurs et les éléments de circuit se trouvent en condition de travail électriquement sécuritaire
2) Remplacement	L'énergie est réduite en remplaçant le circuit de commande de 120 V par un circuit de commande de 24 V c.a. ou c.c.
3) Contrôles techniques	Les conducteurs et les éléments de circuit sous tension sont dotés de dispositifs de protection afin de réduire la probabilité que se produise un contact électrique ou un courant de défaut avec arc
4) Sensibilisation	Les dangers potentiels sont communiqués au moyen d'affiches
5) Contrôles administratifs	Des procédures et des outils de planification des tâches sont utilisés
6) ÉPI	ÉPI contre les chocs et les éclats d'arcs

Figure 20 : Tableau F.1 - Hiérarchie des méthodes de maîtrise du risque
(source : CSA Z462-21)

« 4.3.5.3 Mesures de protection supplémentaires »

« Lorsque les mesures de protection supplémentaires comprennent l'utilisation d'ÉPI, les points suivants doivent être déterminés :

- a) Les pratiques de travail sécuritaires appropriées;
- b) Le périmètre d'éclats d'arcs; et
- c) Les ÉPI que le personnel est tenu d'utiliser à l'intérieur du périmètre d'éclat d'arcs. »

En ce qui concerne le périmètre d'éclats d'arcs, il s'agit d'une zone à l'intérieur de laquelle l'énergie incidente en contact avec la peau sera suffisante pour infliger une brûlure au deuxième degré.

« 3 Périmètre d'éclats d'arcs (« arc flash ») - en cas de danger d'éclats d'arcs, distance, par rapport à une source d'arc, à laquelle l'énergie incidente est égale à 1,2 cal/cm² (5J/cm²).

Note : Selon le modèle de Stoll concernant les brûlures cutanées, l'apparition d'une brûlure au deuxième degré est susceptible de se produire lorsque la peau

non protégée est exposée à une source de chaleur de $1,2\text{cal/cm}^2$ (5J/cm^2) pendant 1s. »

« **3 Énergie incidente** – quantité d'énergie thermique projetée sur une surface à une certaine distance de la source, produite durant un événement d'arc électrique

Note : L'énergie incidente est généralement exprimée en calories par centimètre carré, cal/cm^2 . »

Lorsque le personnel est tenu d'utiliser des équipements de protection individuelle à l'intérieur du périmètre d'éclats d'arcs, conformément à l'article 4.3.5.3, une analyse doit être effectuée. Celle-ci déterminera les vêtements et équipements de protection individuelle (ÉPI) adaptés selon le niveau d'énergie incidente qui sera produite par l'arc électrique (figure 21).

« 4.3.5.6.1 Généralités

Les ÉPI contre les éclats d'arcs doivent être sélectionnés à l'aide d'une des méthodes décrites ci-dessous :

- a) L'analyse d'énergie incidente conformément à l'article 4.3.5.6.2; ou
- b) La méthode des catégories d'ÉPI contre les éclats d'arcs conformément à l'article 4.3.7.3.15. »

Tableau 3
Vêtements cotés anti-arcs et autres ÉPI choisis avec l'aide
de la méthode d'analyse de l'énergie incidente
(Voir les articles [4.3.5.6.2](#) et [Q.4.](#))

Niveaux d'exposition à l'énergie incidente allant de 1,2 cal/cm ² (5 J/cm ²) à 12 cal/cm ² (50 J/cm ²) inclusivement
<p>Vêtements cotés anti-arcs dont la cote anti-arcs est égale ou supérieure à l'énergie incidente estimée*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemise à manches longues et pantalon cotés anti-arcs ou combinaison cotée anti-arcs ou tenue d'éclats d'arcs (SR) • Écran facial coté anti-arcs et passe-montagne coté anti-arcs ou cagoule de tenue d'éclats d'arcs (SR)† • Vêtement d'extérieur coté anti-arcs (p. ex., veste, parka, vêtements de pluie, garniture de casque de protection, vêtements luminescents) (SB)‡ <p>Gants en cuir robuste ou gants cotés anti-arcs ou gants de caoutchouc isolants avec protecteurs en cuir (SR)§</p> <p>Casque de sécurité</p> <p>Verres ou lunettes de sécurité (SR)</p> <p>Protection de l'ouïe</p> <p>Chaussures en cuir**</p>
Niveaux d'exposition à l'énergie incidente supérieur à 12 cal/cm ² (50 J/cm ²)
<p>Vêtements cotés anti-arcs dont la cote anti-arcs est égale ou supérieure à l'énergie incidente estimée*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemise à manches longues et pantalon cotés anti-arcs ou combinaison cotée anti-arcs ou tenue d'éclats d'arcs (SR) • Cagoule de tenue d'éclats d'arcs cotée anti-arcs • Vêtement d'extérieur coté anti-arcs (p. ex., veste, parka, vêtements de pluie, garniture de casque de protection, vêtements luminescents) (SB)‡ <p>Gants cotés anti-arcs ou gants isolants en caoutchouc avec protecteurs en cuir (SR)§</p> <p>Casque de sécurité</p> <p>Verres ou lunettes de sécurité (SR)</p> <p>Protection de l'ouïe</p> <p>Chaussures en cuir**</p>

Figure 21 : Tableau 3 – Vêtements cotés anti-arcs et autres ÉPI choisis avec l'aide de la méthode d'analyse de l'énergie incidente (source : CSA Z462-21)

Lorsqu'un disjoncteur se déclenche, des vérifications doivent d'abord être effectuées avant de le réarmer, à moins de certaines exceptions précisées à l'article 4.3.8.13 de la norme.

« 4.3.8.13 Refermeture des circuits après déclenchement d'un dispositif de protection

Tout circuit mis hors tension par le déclenchement automatique d'un dispositif de protection ne doit pas être remis manuellement sous tension tant qu'il n'est pas confirmé qu'il est possible de mettre l'appareillage et le circuit sous tension en toute sécurité. La refermeture manuelle répétitive de disjoncteurs ou la remise sous tension de circuits par remplacement de fusibles doivent être interdites. S'il est déterminé, selon la conception du circuit et les dispositifs de protection contre la surintensité utilisée, que le déclenchement automatique a été causé par une surcharge plutôt que par un défaut électrique, il ne doit pas

être exigé d'examiner le circuit ou l'appareillage connecté avant la remise sous tension. »

La norme définit également ce qu'est une personne qualifiée :

« **3. Personne qualifiée (travailleur)** – personne ayant démontré des compétences et des connaissances adéquates relativement à la construction et au fonctionnement d'appareillages et d'installations électriques, et ayant reçu une formation en sécurité afin d'identifier les dangers et d'atténuer les risques qui y sont liés. »

4.2.7 Règlement sur les certificats de qualification et sur l'apprentissage en matière d'électricité, de tuyauterie et de mécanique de systèmes de déplacement mécanisé dans les secteurs autres que celui de la construction

Le Règlement sur les certificats de qualification et sur l'apprentissage en matière d'électricité, de tuyauterie et de mécanique de systèmes de déplacement mécanisé dans les secteurs autres que celui de la construction régit la qualification requise lors de l'exécution de travaux électriques. Il précise notamment, à la section III, qu'un certificat en électricité est requis pour effectuer des tâches d'entretien et de réparation sur une installation électrique :

« 3. Les certificats de qualification suivants sont requis pour l'exécution des travaux qui y sont décrits à l'égard de chacun d'eux :

1° Le certificat en électricité (CÉ) pour des travaux d'installation, d'entretien, de réparation, de réfection ou de modification d'une installation électrique; »

« Installation électrique »: une installation électrique au sens de l'article 5.03.01 du Code de construction (chapitre B-1.1, r. 2), y compris les plinthes, les panneaux chauffants et les luminaires qui y sont reliés; »

4.2.8 ANSI/NETA MTS-2019 Standard for maintenance testing specification for electrical power equipment and systems

Cette norme précise les essais qui doivent être effectués lors des entretiens et des inspections pour des types précis d'appareillages électriques. Le fabricant SIEMENS recommande que les appareillages qu'il fabrique soient entretenus et inspectés selon cette norme.

Les sections 7.1, 7.3 et 7.6 traitent respectivement des armoires électriques, des conducteurs (câbles, fils) et des disjoncteurs.

La section 7.1.B.1 précise que la mesure de la résistance des connexions boulonnées des armoires électriques doit être effectuée à l'aide d'un ohmmètre basse résistance.

La section 7.3.2.A.1 précise que les conducteurs doivent être inspectés afin de détecter la présence de dommages physique ou de signes de surchauffe.

La section 7.6.1.1.B.1 précise que la mesure de la résistance des connexions boulonnées des disjoncteurs doit être effectuée à l'aide d'un ohmmètre basse résistance.

Les lignes directrices quant à la fréquence des entretiens et des inspections sont précisées à l'annexe B de la norme. Plusieurs facteurs influencent cette fréquence :

- La nature de l'entretien et de l'inspection à effectuer;
- L'équipement et sa condition;
- Le niveau de fiabilité à atteindre.

4.2.9 Loi sur la santé et la sécurité du travail

La LSST stipule à l'article 51 que 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; »

« 7° fournir un matériel sécuritaire et assurer son maintien en bon état; »

4.2.10 La démarche de prévention

Les employeurs ont la responsabilité d'assurer, par des mesures concrètes, la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles dans leur milieu de travail. Pour structurer l'organisation de la prévention, la CNESST propose dans la publication *Outil d'identification des risques* l'utilisation de la démarche de prévention. Celle-ci consiste à mettre en place les activités nécessaires afin d'identifier, corriger et contrôler les risques présents dans les milieux de travail (figure 22).

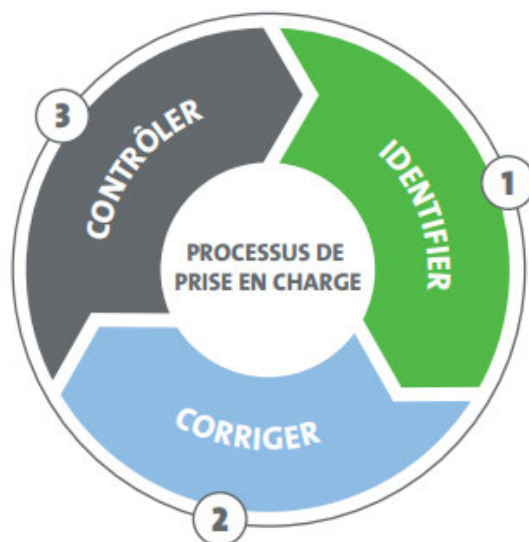


Figure 22 : La démarche de prévention (source : CNESST)

- 1) **Identifier** : L'identification des risques est le point de départ de toute amélioration concrète des conditions de santé et de sécurité dans les milieux de travail. Elle consiste à repérer les risques et les analyser pour en établir les priorités.
- 2) **Corriger** : Une fois les risques identifiés et priorisés, il faut choisir les correctifs et les moyens de prévention à mettre en place. Il faut d'abord chercher à éliminer le risque à la source. Si ce n'est pas possible, il faut suivre le cheminement présenté dans la hiérarchie des moyens de prévention (figure 23). Il est souvent nécessaire de combiner plusieurs mesures pour assurer la santé, la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Minimale, il faut s'assurer que les mesures mises en place respectent la réglementation.
- 3) **Contrôler** : des mesures de contrôle doivent être mises en place pour s'assurer que les moyens de prévention restent en place et demeurent efficaces. C'est ce qu'on appelle la « permanence des correctifs ».

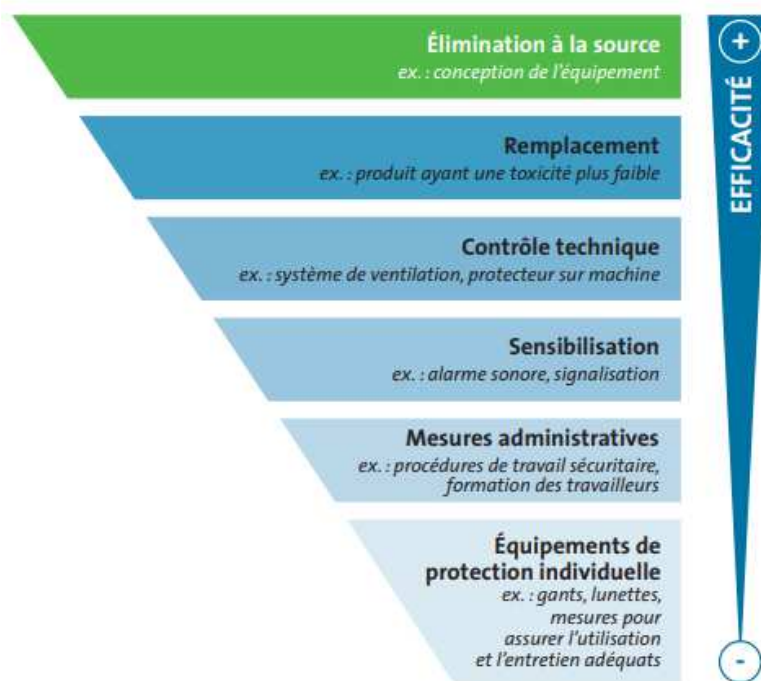


Figure 23 : Hiérarchie des moyens de prévention (source : CNESST)

4.3 Énoncés et analyse des causes

4.3.1 Trois travailleurs sont exposés à des éclats d'arcs électriques

Dans la nuit du 21 avril 2021, des travaux d'assainissement sont en cours à l'établissement d'Olymel de Drummondville. À un certain moment, un court-circuit provoque l'ouverture du disjoncteur D511 alimentant un compresseur d'air comprimé. L'arrêt du compresseur cause l'interruption de l'apport en eau chaude utilisée pour effectuer l'assainissement.

Le court-circuit survient entre un conducteur et une cosse de raccordement du transformateur alimentant le compresseur. L'isolant du conducteur (câble) s'est graduellement usé par frottement au point de contact. La défaillance du transformateur engendre un courant de défaut de 20 000 ampères sur le circuit, entraînant la création de particules ionisantes dans le panneau S.

Pour réarmer le disjoncteur D511, M. **E** et M. **D** s'accroupissent côte à côte devant l'armoire électrique où est situé le disjoncteur. M. **D** se trouve devant le point de raccordement des barres de distribution au disjoncteur alors que M. **E** se trouve à sa droite, devant le disjoncteur. M. **C** se trouve derrière ses collègues, à environ deux mètres du panneau S, et les observe. Ils se trouvent tous les trois dans le périmètre d'éclats d'arcs sans porter d'équipements de protection individuelle adaptés.

Dans son rapport d'expertise, l'ingénieur Stéphane Labonté indique :

« Au moment où M. **E** exerce une pression sur la manette du disjoncteur en direction de la position ARRÊT, il y a amorce d'un arc électrique entre les barres de distribution secondaires du disjoncteur D511. [...] la pression mécanique et les vibrations engendrées lors du déplacement de la manette du disjoncteur à la position « ARRÊT » ont fort probablement contribué à l'émergence des conditions requises pour amorcer des arcs électriques entre les barres de distribution secondaires, et ce, en présence de particules ionisantes et/ou de dépôts de suie générés plus tôt lors du passage du courant de défaut. »

Les éclats d'arcs électriques ont perforé la façade de l'armoire et se sont propagés en direction des travailleurs. La peau des travailleurs est exposée à une énergie incidente suffisante pour causer des brûlures au troisième degré à M. **D** et au deuxième degré à M. **E** et M. **C**

Cette cause est retenue.

4.3.2 L'identification des risques électriques auxquels sont exposés les travailleurs lors du réarmement du disjoncteur est déficiente.

Les appareillages électriques présentent un danger pour les travailleurs. Le contact, ou la défaillance d'un appareillage peut entraîner un choc électrique, une brûlure par éclats d'arcs, une brûlure thermique ou des blessures découlant d'une explosion électrique.

L'article 51.5 de la LSST oblige les employeurs à identifier, contrôler et éliminer les risques auxquels les appareillages électriques exposent leurs travailleurs.

Au moment de l'évènement, le programme de prévention de l'établissement n'identifie pas les risques liés au réarmement d'un disjoncteur. Il n'existe aucune méthode de travail pour effectuer cette tâche. M. **E**, M. **D** et M. **C** n'ont reçu aucune information de la part de leur employeur sur les risques que représente le réarmement d'un disjoncteur de 600 volts.

Réarmement sans vérification

Les travailleurs tentent de réarmer le disjoncteur D511 lorsqu'ils constatent qu'il est déclenché. Ceci est contraire à l'article 4.3.8.13 de la norme CSA Z462-21, puisqu'aucune vérification n'est effectuée afin de confirmer qu'il est possible de remettre le circuit sous tension en toute sécurité. Ceux-ci ne sont pas expérimentés avec ce type d'appareillage électrique et tentent, au meilleur de leurs connaissances, de remettre le compresseur en fonction.

Le réarmement d'un disjoncteur sans examen du circuit est une pratique habituelle à l'établissement d'Olymel à Drummondville. Une telle vérification, réalisée par un électricien qualifié, aurait permis de déterminer que le déclenchement du disjoncteur D511 a été causé par une défaillance du transformateur plutôt que par une surcharge. De plus, cet

examen aurait porté sur la recherche de signes de défaillances qui auraient pu être générées lors du passage du courant de défaut, tels que de la suie ou des signes de surchauffe.

Aucun des trois travailleurs n'aurait été en mesure d'effectuer la vérification puisqu'ils n'ont pas reçu la formation d'électricien requise pour effectuer des travaux d'entretien et d'inspection sur une installation électrique. Contrairement à ce qui est prévu dans la norme CSA Z462-21 ainsi que dans le manuel du fabricant, ils n'ont pas reçu de formation sur l'équipement, sur les dangers, sur les méthodes de maîtrise du danger ou sur les équipements de protection individuelle requis.

Le réarmement manuel d'un disjoncteur sans examen du circuit est une méthode de travail dangereuse qui contrevient à l'article 51,3 de la LSST. Elle expose les travailleurs au danger d'éclats d'arcs lorsque le circuit présente une défaillance, tel un court-circuit. Bien que, selon les témoignages, la manette du disjoncteur D511 n'était pas enclenchée à la position MARCHE au moment de l'arc électrique, la mise en œuvre de cette méthode de travail dangereuse exposait les travailleurs à un danger de blessures graves.

État anormal de l'équipement

Le remplacement du disjoncteur D511 effectué à l'automne 2020 a été réalisé par ■■■■■■■■■■ de l'établissement d'Olymel. Le fabricant Siemens précise les couples de serrages devant être appliqués sur les joints et les raccordements boulonnés du disjoncteur et des barres de distribution secondaires. Or les électriciens de l'établissement n'ont pas accès aux outils leur permettant de vérifier le couple de serrage appliqué lors de travaux sur les appareillages électriques. Selon l'expertise réalisée par l'ingénieur Stéphane Labonté et les témoignages recueillis, l'installation du disjoncteur D511 n'était vraisemblablement pas conforme aux recommandations du fabricant en ce qui a trait au couple de serrage des raccords boulonnés des barres de distribution secondaires.

Le panneau S, le disjoncteur D511 et le transformateur abaisseur de tension ont été fabriqués par SIEMENS. Le fabricant recommande l'application de la norme ANSI/NETA MTS-2019 pour la maintenance préventive des équipements qu'il fabrique. Cette norme précise les inspections visuelles, mécaniques et électriques des appareillages électriques ainsi que les procédures d'essais à effectuer. Ces inspections prévoient notamment la vérification des gaines des fils conducteurs et des essais de résistance des contacts boulonnés à l'aide d'appareils de mesures spécialisés. Leur fréquence varie selon la nature de l'inspection à effectuer, de l'équipement, de sa condition et de la fiabilité désirée.

Or l'entretien préventif de l'armoire électrique, du disjoncteur D511 et du transformateur abaisseur de tension se limitait à une inspection annuelle par thermographie. Bien que l'inspection par thermographie soit prévue à la norme ANSI/NETA MTS-2019, elle ne remplace pas les autres types d'inspections prévues à la norme. Olymel Drummondville ne s'est donc pas assuré d'entretenir ces équipements conformément aux recommandations du fabricant.

Dans son rapport d'expertise, l'ingénieur Stéphane Labonté a retenu l'hypothèse qu'une connexion résistive au niveau des barres de distribution secondaire du disjoncteur D511 était déjà présente au moment de la défaillance.

Dans ces conditions, l'armoire électrique, le disjoncteur D511 et le transformateur abaisseur de tension doivent être considérés en état anormal au sens de l'article 4.1.7.8.4 de la CSA Z462-21.

La manœuvre du disjoncteur D511 présentait donc une probabilité d'occurrence d'éclats d'arcs selon le tableau 2 de la norme CSA Z462-21. Le réarmement d'un disjoncteur sur de l'appareillage électrique en état anormal est une méthode de travail dangereuse pour les travailleurs et les expose au danger d'éclats d'arcs lorsqu'aucune méthode de maîtrise du risque n'est mise en place.

La mise en place d'une démarche de prévention aurait permis :

- D'identifier et d'analyser les risques électriques liés au réarmement du disjoncteur D511;
- De choisir les mesures de prévention en respectant le principe de la hiérarchie des moyens de prévention et de les mettre en place;
- D'établir des moyens pour s'assurer que les mesures de prévention restent en place et demeurent efficaces afin qu'un tel évènement ne puisse se produire.

La mise œuvre d'un programme de sécurité électrique conforme à la norme CSA Z462-21 est un moyen permettant de structurer la démarche de prévention visant à identifier, corriger et contrôler les risques électriques que représentent les appareillages électriques dans les établissements du Québec.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 Causes de l'accident

- Trois travailleurs sont exposés à des éclats d'arcs électriques
- L'identification des risques électriques auxquels sont exposés les travailleurs lors du réarmement du disjoncteur est déficiente.

5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le 21 avril 2021, soit la journée de l'accident, la CNESST interdit l'utilisation de trois équipements :

- Le compresseur Quincy 150 HP ;
- Le transformateur relié au compresseur Quincy 150 HP ;
- Le câblage situé entre le disjoncteur D511 et le compresseur Quincy 150 HP.

Ces décisions sont consignées au rapport d'intervention RAP1344789.

Le 21 avril 2021, jour de l'accident, l'employeur met en place une procédure de réarmement des disjoncteurs prévoyant notamment une investigation par un électricien ainsi que le port d'équipements de protection individuelle.

Le 22 avril 2021, la CNESST autorise l'utilisation du câblage situé entre le disjoncteur D511 et le compresseur Quincy 150 HP à la suite d'une inspection par une firme spécialisée. Cette décision est consignée au rapport d'intervention RAP1346706.

Le 26 avril 2021, la CNESST autorise l'utilisation du compresseur Quincy 150 HP à la suite d'une inspection par une firme spécialisée. Cette décision est consignée au rapport d'intervention RAP1346706.

5.3 Suivi de l'enquête

Pour éviter qu'un tel accident ne se reproduise, la CNESST demandera à la Corporation des maîtres électriciens ainsi qu'à l'Association des constructeurs-propriétaires en électricité et des électriciens d'entretien d'informer leurs membres des conclusions de l'enquête. La CNESST rappellera notamment la nécessité d'effectuer les vérifications nécessaires d'un circuit électrique dont le dispositif de protection s'est déclenché avant de remettre ce dispositif en fonction.

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'étude 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**Liste des travailleurs accidentés**

Nom, prénom	:	E [REDACTED]
Sexe	:	[REDACTED]
Âge	:	[REDACTED]
Fonction habituelle	:	[REDACTED]
Fonction lors de l'accident	:	Électromécanicien
Expérience dans cette fonction	:	[REDACTED]
Ancienneté chez l'employeur	:	[REDACTED]
Syndicat	:	[REDACTED]
Nom, prénom	:	D [REDACTED]
Sexe	:	[REDACTED]
Âge	:	[REDACTED]
Fonction habituelle	:	[REDACTED]
Fonction lors de l'accident	:	Contremaître de maintenance
Expérience dans cette fonction	:	[REDACTED]
Ancienneté chez l'employeur	:	[REDACTED]
Syndicat	:	[REDACTED]

Nom, prénom : C [REDACTED]

Sexe : [REDACTED]

Âge : [REDACTED]

Fonction habituelle : [REDACTED]

Fonction lors de l'accident : Contremaître de *sanitation*

Expérience dans cette fonction : [REDACTED]

Ancienneté chez l'employeur : [REDACTED]

Syndicat : [REDACTED]

ANNEXE B

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Témoins :

- M. D [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. C [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. E [REDACTED], Olymel Drummondville

Autres personnes rencontrées

- M. G [REDACTED], Olymel Drummondville
- Mme H [REDACTED], Olymel Drummondville
- Mme B [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. I [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. J [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. K [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. L [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. M [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. N [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. O [REDACTED], PP Deslandes inc.
- M. P [REDACTED], Olymel corporatif
- Mme Q [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. A [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. R [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. S [REDACTED], Clean International
- M. T [REDACTED], Olymel Drummondville
- M. Stéphane Labonté, Ingénieur expert, CEP Forensique

Personnes contactées

- M. Jean-Louis Gauthier, Coordonnateur Réglementation & programmes, Direction de la Qualification professionnelle, Secteur Emploi Québec
- M. U [REDACTED], Olymel corporatif
- M. V [REDACTED], Olymel corporatif
- M. W [REDACTED], Siemens Canada Limitée

ANNEXE C

Rapport d'expertise



SOMMAIRE D'INVESTIGATION

Notre dossier : 2021-05-0281



Dossier CNESST (Olymel Drummondville)
Adresse de l'événement 255, rue Rocheleau
Drummondville (Québec)
J2C 7G2

Présenté à Monsieur Paul Lauzière
CNESST- Service de prévention/inspection Mauricie
Centre-du-Québec
1055, boulevard des Forges
Trois-Rivières (Québec) G8Z 4J9

Votre dossier : DPI4330279

Date du rapport 23 juillet 2021

Date de perte 21 avril 2021

Date du mandat 20 mai 2021

Annexe Photographies

Investigateur



2021-07-23

Stéphane Labonté, ing., IAAI-CFI, CFEI
N° membre OIQ : 122407

Ce sommaire a été rédigé pour votre usage exclusif dans le but de vous assister dans la gestion de ce dossier. Ce document ne constitue pas un rapport d'expertise détaillé et n'a pas été préparé aux fins d'un litige. Nous nous réservons le droit de réviser notre opinion si de nouvelles données deviennent disponibles.



CEP
FORENSIQUE

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

MANDAT

Le mandat confié à **CEP Forensique** consistait à réaliser une investigation technique visant à établir l'origine, les circonstances et la cause probable d'une importante défaillance électrique ayant causé des blessures à des travailleurs d'une usine Olymel.

MISE EN CONTEXTE

Le 21 avril 2021, un compresseur à air industriel de 150 HP (ci-après dénommé « le compresseur ») a subitement cessé de fonctionner à l'intérieur de l'usine Olymel sise au 255 de la rue Rocheleau, à Drummondville. Après quelques vérifications, des travailleurs ont constaté que le disjoncteur du circuit qui alimentait l'appareil (situé dans une armoire électrique) était en position « déclenchée ». Au moment d'effectuer des manipulations sur la manette du disjoncteur pour le remettre en marche, un éclair d'arc électrique est survenu à l'intérieur de l'armoire électrique, ce qui a infligé des blessures auxdits travailleurs qui se trouvaient à proximité.

INVESTIGATION

Informations recueillies

Voici un résumé des principales informations recueillies dans le cadre de notre investigation :

- En septembre 2020, une thermographie réalisée sur l'armoire électrique impliquée dans l'accident à l'étude a révélé des anomalies de température au niveau du disjoncteur D511, lequel desservait le compresseur par un transformateur abaisseur de tension.
- En octobre 2020, ledit disjoncteur a été remplacé par un disjoncteur neuf de modèle identique.
- Dans les jours suivant son remplacement, le disjoncteur aurait déclenché à quelques reprises. Après avoir ajusté ses réglages, le disjoncteur n'aurait plus déclenché jusqu'au moment de l'accident.
- Dans la nuit du 21 avril 2021, le compresseur a subitement cessé de fonctionner. Des travailleurs de l'usine ont alors constaté que le disjoncteur qui le desservait (D511) s'était déclenché. Un premier travailleur aurait essayé de le remettre en fonction en déplaçant la manette à partir de la position « DÉCLENCHÉ » vers la position « MARCHÉ ». Un autre travailleur serait alors intervenu en lui mentionnant qu'il devait tout d'abord déplacer la manette à la position « ARRÊT » avant de pouvoir réactiver le disjoncteur.

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

- Au moment de déplacer la manette vers la position « ARRÊT », un éclair d'arc électrique est survenu à l'intérieur de l'armoire électrique, ce qui a causé des blessures aux travailleurs qui se trouvaient à proximité de l'armoire.
- Des vérifications effectuées à la suite de l'accident ont démontré que le déclenchement du disjoncteur D511 avait été causé par une défaillance dans le boîtier du transformateur abaisseur de tension qui desservait le compresseur.
- Aucune démarche visant à établir la raison du déclenchement du disjoncteur D511 n'avait été effectuée par les travailleurs avant de tenter de le réactiver.

Par ailleurs, nous avons obtenu un diagramme unifilaire du circuit électrique impliqué dans les événements (*Figure 1*), ainsi que des valeurs des courants de court-circuit calculées à différents endroits sur ledit circuit.

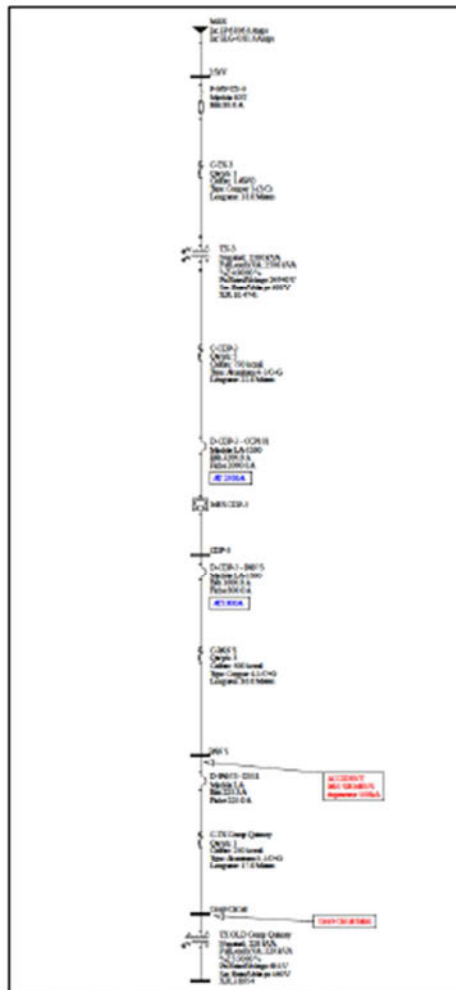


Figure 1 - Diagramme unifilaire

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

Après analyse du diagramme unifilaire et des valeurs de court-circuit calculées, nous sommes en mesure d'établir ce qui suit :

- Le bâtiment était alimenté à partir d'une ligne triphasée de 25 kV d'Hydro-Québec. Le courant de court-circuit disponible au branchement primaire de l'usine était de 6106 ampères (phase-phase) et de 4181 ampères (phase-terre).
- Un transformateur extérieur sur socle de 2500 kVa abaissait la tension à 600 volts c.a. Le transformateur était protégé à l'aide d'un fusible de 80 ampères (côté primaire).
- Le transformateur desservait une armoire électrique munie d'un disjoncteur principal de 3 200 ampères.
- À l'intérieur de la même armoire, un autre disjoncteur de 1600 ampères desservait le circuit électrique associé au « Panneau S », soit l'armoire où est survenu l'accident.
- Le disjoncteur D511 situé dans l'armoire précitée (« Panneau S ») desservait un transformateur abaisseur de tension 600/460 volts c.a. de 2500 kVa, lequel alimentait à son tour le compresseur.
- La défaillance du transformateur qui desservait le compresseur (raison du déclenchement du disjoncteur D511 peu avant l'accident) a engendré un courant de défaut de 20 000 ampères sur ce circuit (défaut phase-phase).

Examen du site

Afin de réaliser notre mandat, nous avons visité le site de l'accident le 21 mai 2021. Dans un premier temps, nous avons examiné l'armoire électrique dans laquelle a eu lieu la défaillance électrique. Cette dernière était de marque Siemens et était identifiée comme « Panneau S ». Bien qu'il ne subsistait aucune inscription permettant d'identifier le modèle de l'armoire, ses caractéristiques physiques tendent à démontrer qu'il s'agissait du modèle P5, une armoire fonctionnant à 347/600 volts c.a., d'une capacité de 800 à 1200 ampères. L'armoire, dont la date de fabrication est inconnue, abritait douze (12) disjoncteurs de modèles variés au moment des événements.

En façade de l'armoire, il était possible d'observer une importante perforation par arcs électriques à proximité des disjoncteurs D510 et D511 situés dans la portion inférieure de l'armoire. Plus spécifiquement, ladite perforation était localisée à l'extrémité gauche des couvercles qui recouvraient les deux disjoncteurs en question. Une décoloration du boîtier métallique de l'armoire était également visible dans ce secteur (photographies 1 à 3).

L'inspection intérieure de l'armoire a permis de constater que les dommages thermiques et/ou manifestations électriques étaient concentrés dans la région immédiate des deux disjoncteurs précités. Plus précisément, il était possible d'observer que les barres de distribution secondaires qui se raccordaient sur le côté gauche des deux disjoncteurs (six au total) avaient été partiellement détruites lors des événements (photographies 4 à 7). Ces barres de distribution secondaires reliaient les barres de distribution principales de l'armoire aux bornes de raccordement des disjoncteurs (côté source).

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

Par ailleurs, nous avons constaté que certaines des barres de distribution secondaires qui se raccordaient aux disjoncteurs D510 et D511 n'étaient pas adéquatement fixées aux barres de distribution principales (connexions lâches). Outre la présence d'une accumulation de suie et de particules de métal provenant de la désintégration des barres de distribution secondaires des disjoncteurs D510 et D511, nous n'avons relevé aucune autre anomalie particulière à l'intérieur de l'armoire électrique (photographies 8 à 12).

En vertu de ces constatations, nous avons prélevé les deux disjoncteurs localisés dans la région environnante des dommages afin de les examiner ultérieurement en laboratoire. Le disjoncteur inférieur portait l'identification « D511 » et desservait le compresseur par un transformateur abaisseur de tension 600/460 volts c.a. (disjoncteur manipulé lors de l'accident). Le disjoncteur supérieur portait l'identification « D510 » et desservait le panneau de distribution secondaire n° 304.

Lors de notre visite du site, nous avons également été en mesure d'observer les signes de défaillance sur le transformateur qui desservait le compresseur (raison du déclenchement du disjoncteur dans les minutes précédant l'accident). Plus spécifiquement, nous avons constaté qu'un court-circuit était survenu entre un conducteur et une cosse de raccordement du côté primaire du transformateur (H1 et H2) (photographies 13 et 14). Enfin, la photographie 15 montre une vue du compresseur de 150 HP.

Examen en laboratoire

Dans les jours suivant notre visite du site, nous avons procédé à l'inspection détaillée des deux disjoncteurs prélevés sur le site, soit les disjoncteurs D510 et D511. Il s'agissait de deux disjoncteurs identiques de marque Siemens, modèle CFD63B225, d'une capacité de 225 ampères. Les photographies 16 à 23 illustrent l'état du disjoncteur D511, alors que les photographies 24 à 29 montrent des vues du disjoncteur D510.

De l'extérieur, il était possible d'observer une importante décoloration des boîtiers des disjoncteurs, laquelle était nettement plus prononcée dans la portion gauche de ces derniers (côté source). Également, nous avons noté la présence des restes des barres de distribution secondaires qui étaient encore attachés aux bornes de raccordement des disjoncteurs.

De façon générale, l'inspection des composants internes des deux disjoncteurs n'a révélé aucune anomalie particulière. De plus, nos vérifications ont démontré que leurs mécanismes internes (reliés à la manette et au bouton de déclenchement manuel) fonctionnaient adéquatement.

ANALYSE ET CONCLUSION

À la lumière des informations recueillies et de l'examen des composants électriques impliqués dans l'accident, nous sommes en mesure d'établir qu'un éclair d'arc électrique est survenu à l'intérieur de l'armoire électrique identifiée par « Panneau S », alors que des travailleurs effectuaient des manipulations sur le disjoncteur D511 qui desservait le compresseur par un transformateur abaisseur de tension.

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

Il a été démontré que le déclenchement du disjoncteur D511, peu avant l'accident, avait été provoqué par une défaillance à l'intérieur du boîtier du transformateur précité. Selon notre compréhension, l'éclair d'arc électrique est survenu lors du déplacement de la manette du disjoncteur D511 vers la position « ARRÊT ».

L'examen de l'armoire électrique impliquée dans les événements a permis de constater que les barres de distribution secondaires qui étaient raccordées au côté source des disjoncteurs D510 et D511 avaient été complètement pulvérisées par la chaleur de l'arc. Cela démontre qu'il y a eu amorce d'arcs électriques entre certaines de ces barres de distribution, avant de se propager aux autres barres adjacentes. Il est à noter que ces barres de distribution secondaires étaient continuellement sous tension, et ce, peu importe l'état des deux disjoncteurs (marche, arrêt ou déclenché).

Une telle amorce d'arcs électriques peut survenir lors d'un bris mécanique (jeux de barre, isolateur, bornier, etc.), lorsqu'un corps étranger entre accidentellement en contact avec des pièces sous tension (eau, outils, pièce métallique, etc.), lors d'une surtension ou lors d'un phénomène d'ionisation de l'air à l'intérieur d'une armoire électrique. Dans le cas présent, nous n'avons relevé aucun élément ou évidence suggérant qu'un bris mécanique ou l'introduction d'un corps étranger soit à l'origine de l'amorce d'arcs électriques. Dans les faits, l'ensemble des données nous amène plutôt à considérer une surtension ou un phénomène d'ionisation de l'air à l'intérieur de l'armoire comme élément déclencheur de l'amorce d'arcs électriques.

Lors de la dégradation d'un matériel provoquée par une surchauffe ou une défaillance électrique, des ions positifs ou négatifs peuvent se détacher du matériel en question et s'accumuler dans l'air environnant, ce qui conduit à un déséquilibre des charges électrostatiques dans l'air (état neutre en temps normal). Une telle situation survenant à l'intérieur d'une armoire électrique a pour effet de réduire la rigidité diélectrique naturelle de l'air. Lorsque celle-ci atteint un niveau critique, il peut y avoir amorce d'arcs électriques entre deux pièces métalliques fonctionnant à des tensions différentes compte tenu de la conductivité accrue de l'air. En plus de générer des particules ionisantes dans l'air, la dégradation des matériaux peut également produire des dépôts de suie sur des composants, lesquels sont principalement composés de carbone (élément conducteur d'électricité).

Par ailleurs, une importante surtension à l'intérieur d'une armoire électrique peut provoquer l'amorce d'arcs électriques entre des pièces fonctionnant à des tensions différentes. Une telle situation survient lorsque la tension excède la capacité diélectrique de l'armoire.

En vertu de ce qui précède, nous avons évalué différentes hypothèses pouvant potentiellement expliquer l'émergence d'une surtension ou d'un phénomène d'ionisation à l'intérieur de l'armoire électrique.

Hypothèse n° 1 : Courant de court-circuit supérieur à la capacité des dispositifs électriques

Nos vérifications ont démontré que le disjoncteur D511 et l'armoire électrique étaient conçus pour supporter des courants de court-circuit de loin supérieurs à ceux survenus lors de la défaillance du transformateur.

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

De fait, les données obtenues indiquent que la défaillance du transformateur a engendré un courant de défaut de 20 000 ampères, alors que les capacités de l'armoire et du disjoncteur étaient respectivement de 42 000 ampères et 100 000 ampères, ce qui nous permet d'exclure cette hypothèse.

Hypothèse n° 2 : Défaillance d'un des disjoncteurs (D510 ou D511)

L'inspection détaillée des disjoncteurs D510 et D511 a démontré l'absence de toute anomalie au niveau de leurs composants internes. De ce fait, nous sommes en mesure de rejeter cette hypothèse.

Hypothèse n° 3 : Manipulation inadéquate du disjoncteur D511

Lorsqu'un disjoncteur se trouve à la position « DÉCLENCHÉ », comme il a été découvert par les travailleurs, le mouvement de la manette vers la position « MARCHE » n'a aucun effet sur le mécanisme interne du disjoncteur, tout comme le bouton de déclenchement manuel. La seule façon de réarmer ce type de disjoncteur est de déplacer la manette à la position « ARRÊT », avant de la déplacer de nouveau vers la position « MARCHE ». Selon les informations obtenues, nous comprenons que l'éclair d'arc électrique est survenu au moment du déplacement de la manette à partir de la position « DÉCLENCHÉ » vers la position « ARRÊT ». Cette action, qui nécessite une certaine force mécanique, a pour but de réinitialiser le dispositif de déclenchement interne, sans toutefois avoir d'effet sur l'état des contacts internes du disjoncteur (étaient et demeurent en position ouverts). En d'autres mots, la manipulation de la manette du disjoncteur, telle que rapportée, n'a produit aucun effet de nature électrique sur le circuit concerné. En conséquence, nous sommes d'avis que les manipulations effectuées ne peuvent expliquer l'émergence d'un phénomène d'ionisation de l'air à l'intérieur de l'armoire électrique.

Hypothèse n° 4 : Surtension en provenance du réseau d'Hydro-Québec

Selon les données recueillies à ce jour, il n'existe aucun élément suggérant qu'une surtension en provenance du réseau d'Hydro-Québec soit à l'origine de l'accident. Dans un tel cas, nous nous serions attendus à ce que d'autres dommages surviennent au niveau des installations électriques du bâtiment, notamment au niveau des dispositifs localisés en amont de l'armoire électrique concernée, ce qui n'est pas le cas. Au surplus, un tel scénario impliquerait que la surtension soit survenue exactement au même moment où la manette du disjoncteur D511 a été manipulée, ce qui constituerait une coïncidence extraordinaire selon nous. Sur la base de ce qui précède, nous rejetons cette hypothèse.

Hypothèse n° 5 : Surtension transitoire générée par le transformateur

Lors d'une variation brusque du courant à l'intérieur des enroulements d'un transformateur, il peut se produire une importante surtension transitoire. Selon nos constatations, la défaillance du transformateur s'est produite entre le conducteur H1 et la cosse de raccordement H2.

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
 Notre dossier : 2021-05-0281

Puisque la défaillance a eu lieu en amont des enroulements primaires et secondaires du transformateur, le courant de défaut n'a jamais circulé dans les enroulements du transformateur. De plus, si la défaillance de l'armoire avait été causée par une surtension transitoire en provenance du transformateur, l'éclair d'arc électrique serait survenu lors de la défaillance du transformateur, et non plusieurs minutes plus tard. Pour ces raisons, nous rejetons l'hypothèse d'une surtension transitoire générée par le transformateur.

Hypothèse n° 6 : Anomalie préexistante à l'intérieur de l'armoire électrique

À la lumière de notre analyse de toutes les données disponibles à ce jour, nous sommes d'avis qu'il s'agit de l'hypothèse la plus probable dans le présent dossier.

Plus spécifiquement, nous sommes d'avis que la présence d'une connexion résistive au niveau d'un des raccordements des barres de distribution secondaires du disjoncteur D511 constitue l'hypothèse la plus probable pouvant expliquer la séquence des événements et l'ensemble des dommages qui en ont résulté.

Une connexion résistive survient en présence d'un mauvais contact électrique au niveau de la jonction entre deux pièces énergisées (résistance de contact élevée). La présence de contaminants (rouille, oxydation) ou un couple de serrage insuffisant sont généralement à l'origine d'une telle anomalie. Au passage d'un important courant de défaut (20 000 ampères dans le cas présent), une telle connexion résistive peut surchauffer de façon importante et émettre des particules ionisantes à l'intérieur de l'armoire.

Dans le présent dossier, nous avons d'ailleurs identifié deux éléments venant appuyer une telle hypothèse :

- Le disjoncteur avait été remplacé quelques mois avant l'accident, ce qui avait impliqué des manipulations au niveau des barres de distribution secondaires qui se raccordaient à ce dernier (possibilité d'installation inadéquate).
- L'inspection de l'armoire a révélé que certaines des barres de distribution secondaires des disjoncteurs D510 et D511 n'étaient pas fixées adéquatement aux barres de distribution principales de l'armoire (connexions lâches).

Bien que la manipulation du disjoncteur par les travailleurs ne puisse expliquer la cause primaire de l'accident, il n'en demeure pas moins que la pression mécanique et les vibrations engendrées lors du déplacement de la manette du disjoncteur à la position « ARRÊT » ont fort probablement contribué à l'émergence des conditions requises pour amorcer des arcs électriques entre les barres de distribution secondaires, et ce, en présence de particules ionisantes et/ou de dépôts de suie générés plus tôt lors du passage du courant de défaut.

- Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
- Notre dossier : 2021-05-0281

En vertu des faits et constatations énumérés précédemment, nous retenons une déficience préexistante (connexion résistive) au niveau des barres de distribution secondaires qui se raccordaient au disjoncteur D511 comme élément déclencheur du phénomène d'ionisation de l'air à l'intérieur de l'armoire et, conséquemment, de la survenue de l'éclair d'arc électrique ayant causé des blessures à des travailleurs de l'usine.

/fm

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
 ■ Notre dossier : 2021-05-0281

PHOTOGRAPHIES

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 1
Vue extérieure - armoire électrique

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



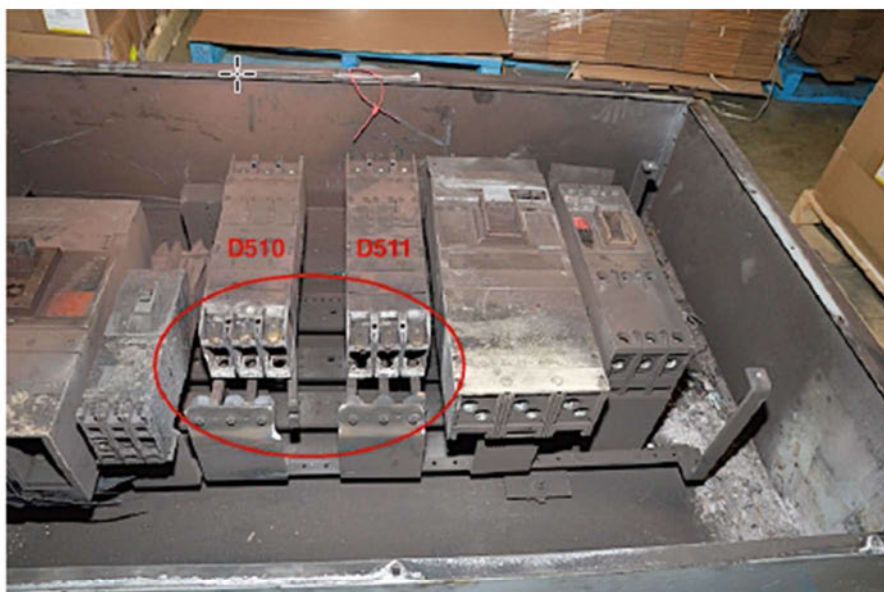
Photographie 2
Vue extérieure - armoire électrique

 Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
 Notre dossier : 2021-05-0281



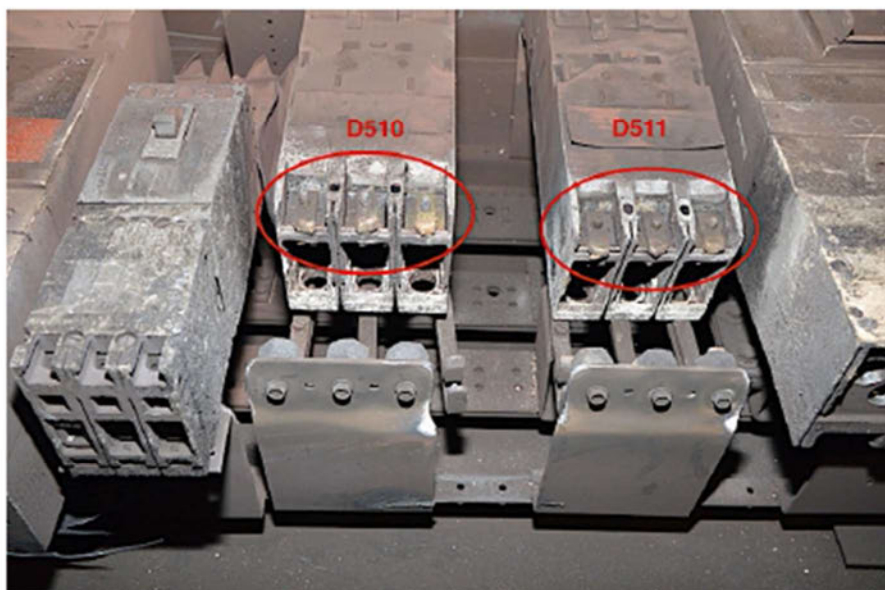
Photographie 3
Dommages par arcs électriques sur la façade de l'armoire électrique

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



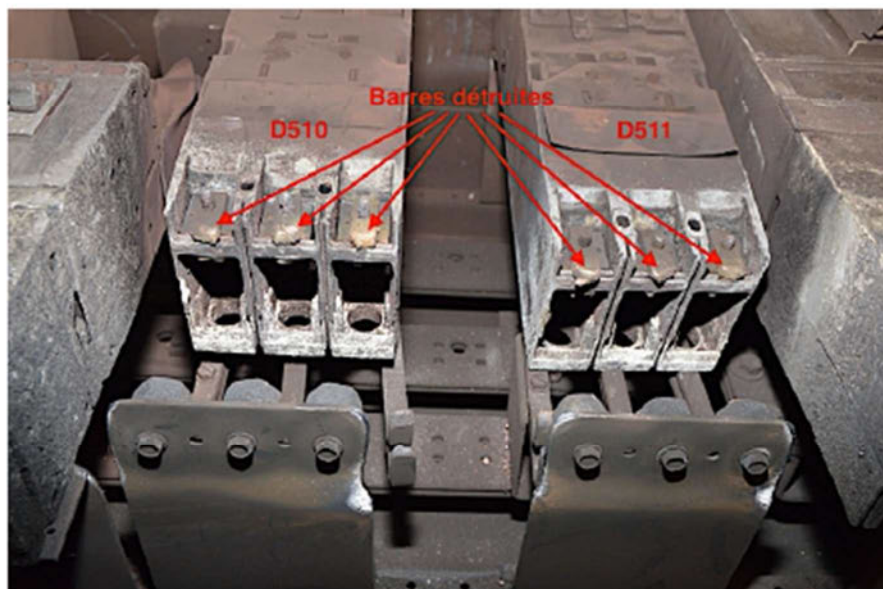
Photographie 4
Dommages dans l'environnement immédiat des disjoncteurs D510 et D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



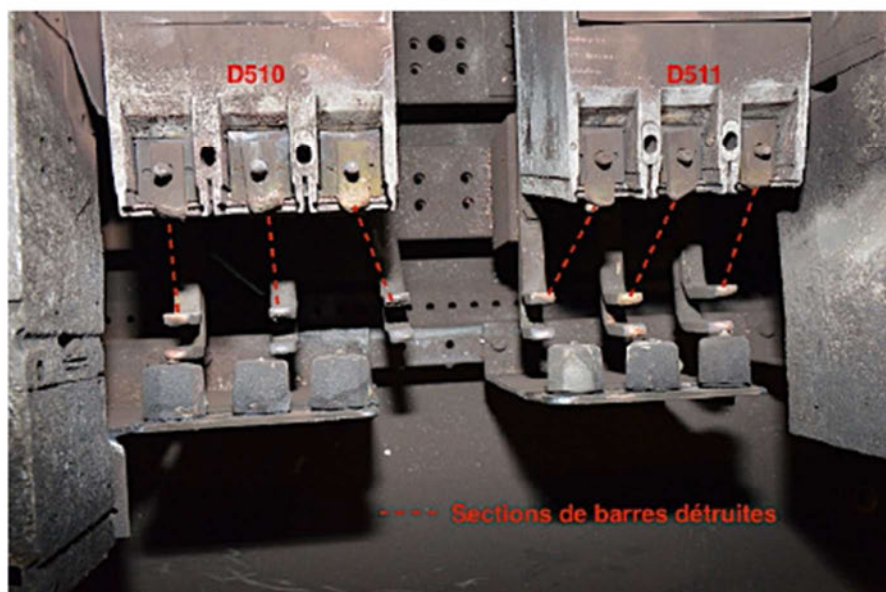
Photographie 5
Dommages dans l'environnement immédiat des disjoncteurs D510 et D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 6
Dommages dans l'environnement immédiat des disjoncteurs D510 et D511

■ ■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ ■ Notre dossier : 2021-05-0281



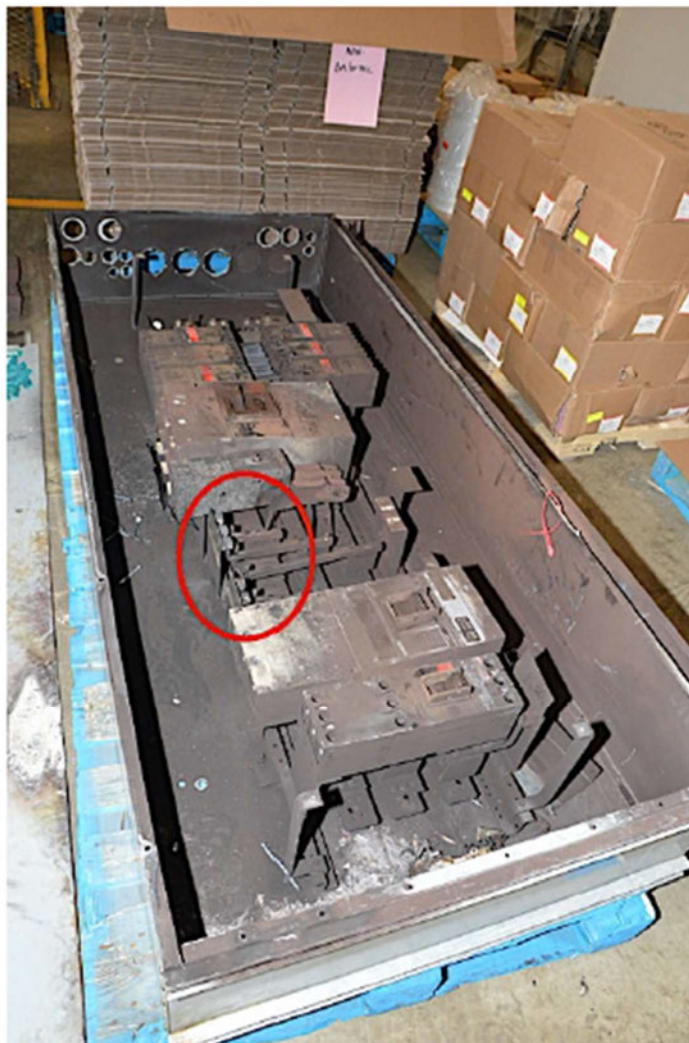
Photographie 7
Dommages dans l'environnement immédiat des disjoncteurs D510 et D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



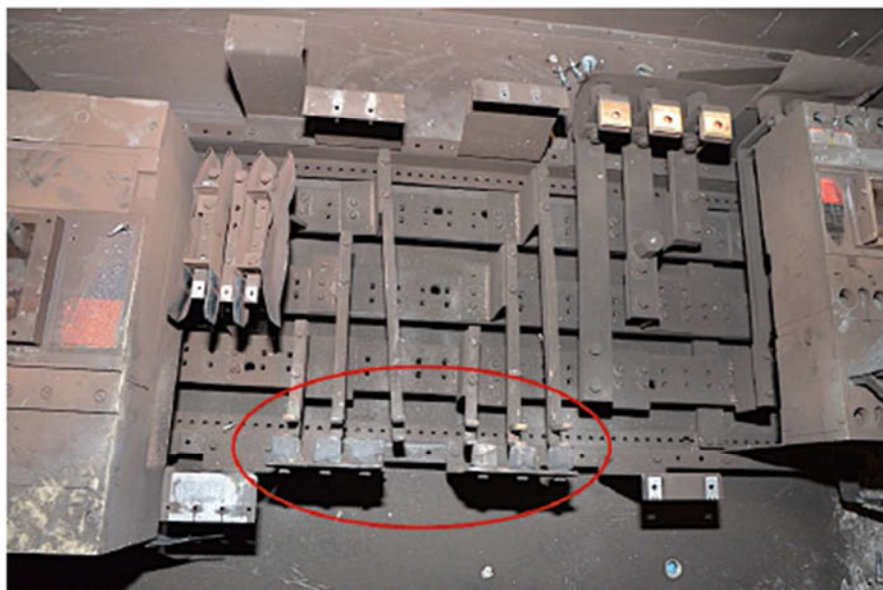
Photographie 8
Vue intérieure de l'armoire électrique

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 9
Vue intérieure de l'armoire électrique

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



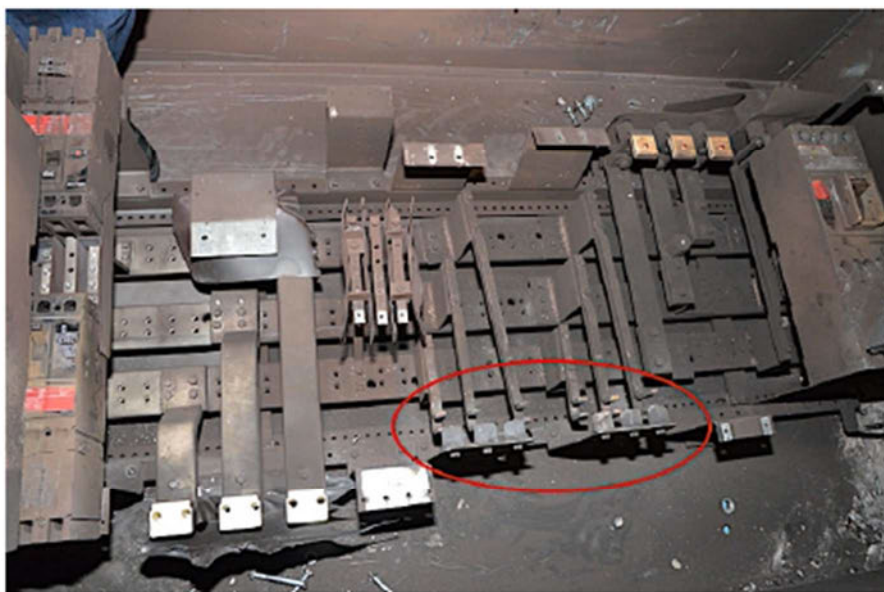
Photographie 10
Destruction des barres secondaires – disjoncteurs D510-D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 11
Destruction des barres secondaires – disjoncteurs D510-D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



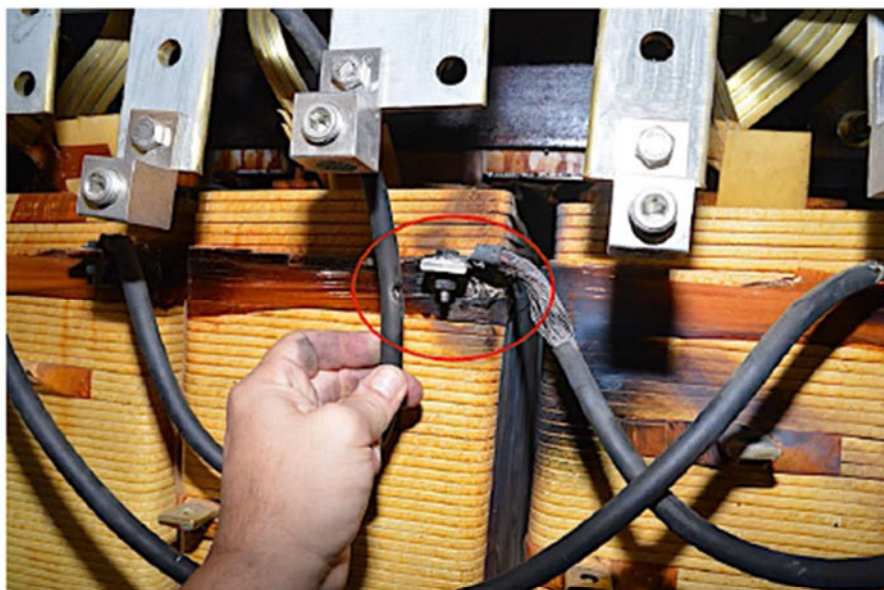
Photographie 12
Destruction des barres secondaires – disjoncteurs D510-D511

■ ■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ ■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 13
Transformateur qui alimentait le compresseur

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 14
Signes de défaillance sur le transformateur

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 15
Compresseur 150 HP

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 16
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



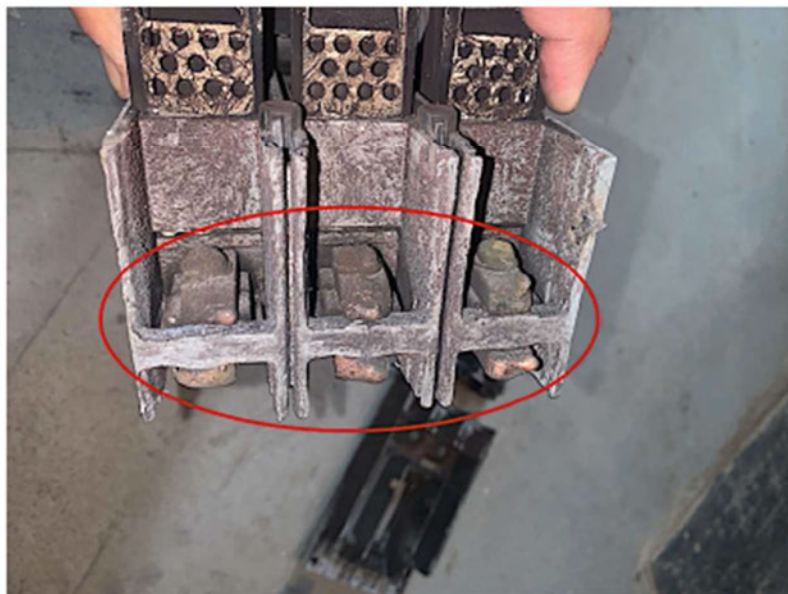
Photographie 17
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 18
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 19
Disjoncteur D511

Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
 Notre dossier : 2021-05-0281



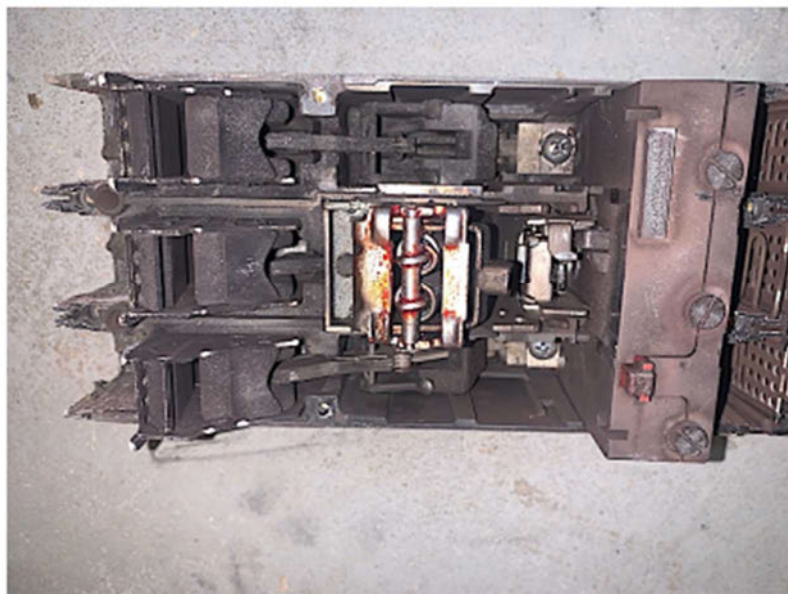
Photographie 20
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



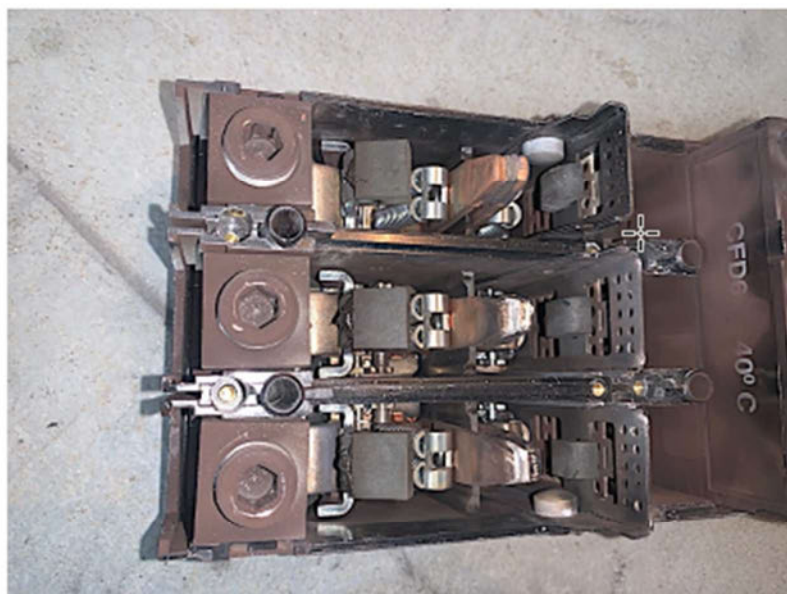
Photographie 21
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 22
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



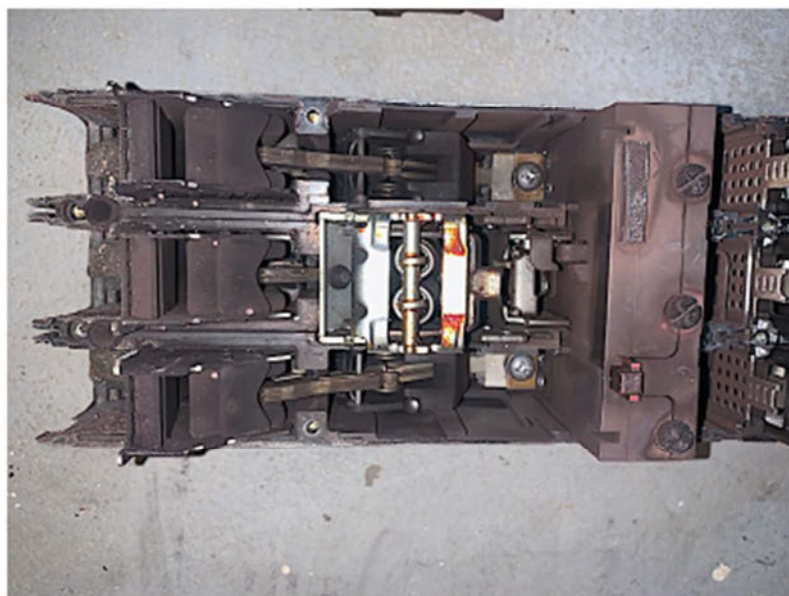
Photographie 23
Disjoncteur D511

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



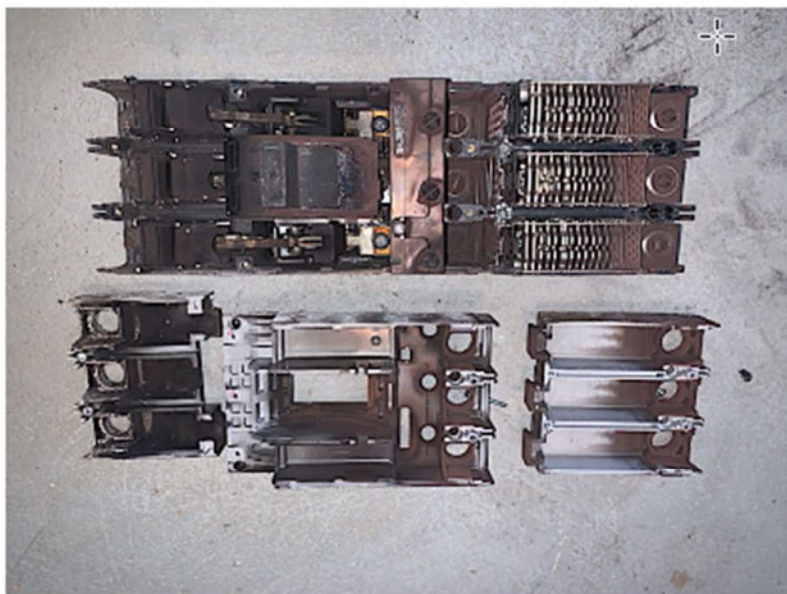
Photographie 24
Disjoncteur D510

Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
 Notre dossier : 2021-05-0281



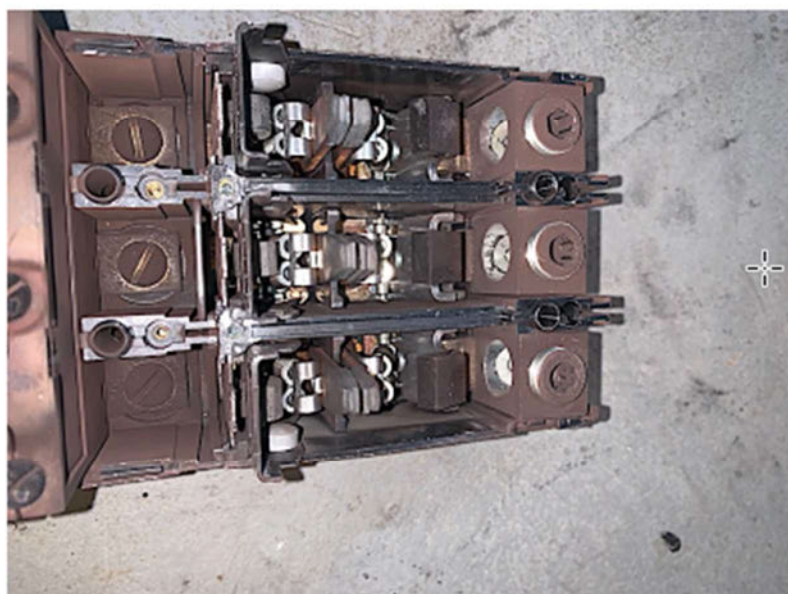
Photographie 25
Disjoncteur D510

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



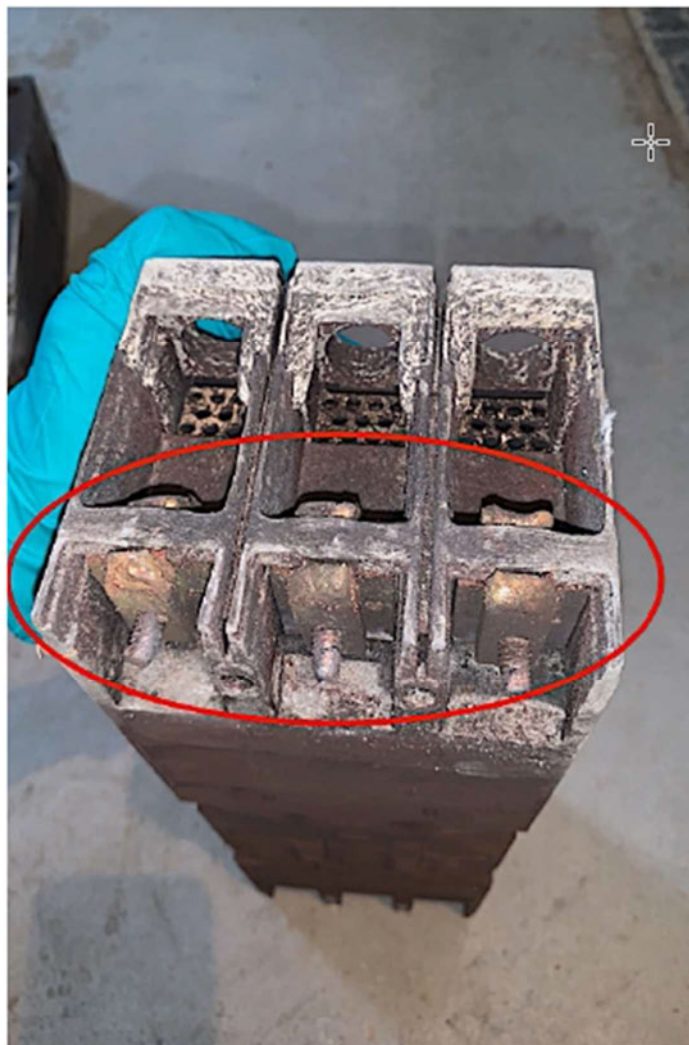
Photographie 26
Disjoncteur D510

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



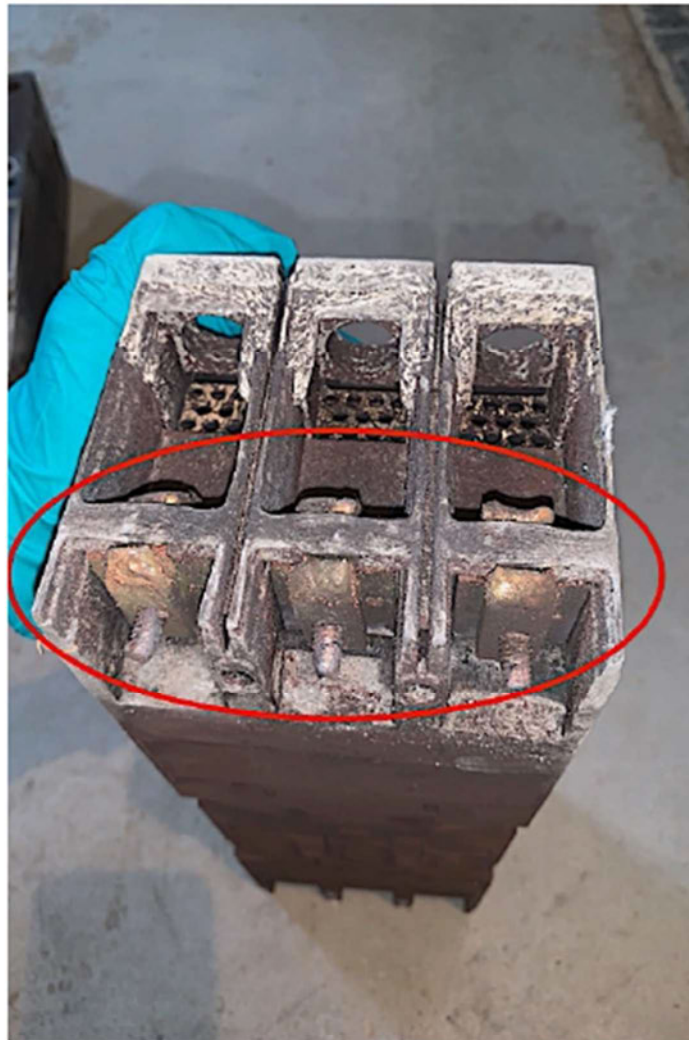
Photographie 27
Disjoncteur D510

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 28
Disjoncteur D510

■ Nom du dossier : CNESST (Olymel Drummondville)
■ Notre dossier : 2021-05-0281



Photographie 29
Disjoncteur D510



MONCTON

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

QUÉBEC

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

MONTRÉAL

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

OTTAWA

2212 Gladwin Crescent, bureau B7
Ottawa (Ontario) K1B 5N1
613 234-1668

OSHAWA

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

WATERLOO

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

EDMONTON

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

CALGARY

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

VANCOUVER

2221, rue Manitoba
Vancouver (Colombie-Britannique) V5Y 3A3
604 364-8899



ANNEXE D**Références bibliographiques**

- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Sécurité électrique au travail*, 4^e éd., Toronto, Ont., CSA, 2018, 223 p. (CSA Z462-18).
- ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. *Sécurité électrique au travail*, 5^e édition, Toronto, CSA, 2021, 233 p. (CSA Z462-21).
- COMMISSION DES NORMES, DE L'ÉQUITÉ, DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL. *Outil d'identification des risques : prise en charge de la santé et de la sécurité du travail*, Québec, CNESST, 2016, 13, [18] p. (DC 200-418).
[\[https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/publications/outil-d-identification-des-risques.pdf\]](https://www.cnesst.gouv.qc.ca/sites/default/files/publications/outil-d-identification-des-risques.pdf). (Consulté le 24 novembre 2021)
- INTERNATIONAL ELECTRICAL TESTING ASSOCIATION, et AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. *Standard for maintenance testing specifications for electrical power equipment and systems*, Portage, Michigan, NETA, 2019, 264 p. (ANSI/NETA MTS-2019).
- LUMEN. *DISJ 225A 3P 600V*, [En ligne], 2021. [\[https://www.lumen.ca/fr/produits/20-distribution-electrique/02-disjoncteurs/09-disjoncteurs-a-boitier-moule/p-c2lly2ZkNjNiMjI1-siecf63b225-disjoncteur-boitier-moule-cfd-3p-600vca-225a\]](https://www.lumen.ca/fr/produits/20-distribution-electrique/02-disjoncteurs/09-disjoncteurs-a-boitier-moule/p-c2lly2ZkNjNiMjI1-siecf63b225-disjoncteur-boitier-moule-cfd-3p-600vca-225a) (Consulté le 25 octobre 2021).
- QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, chapitre S-2.1, à jour au 1^{er} octobre 2021*, [En ligne], 2021. [\[http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/s-2.1\]](http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/s-2.1) (Consulté le 24 novembre 2021).
- QUÉBEC. *Règlement sur les certificats de qualification et sur l'apprentissage en matière d'électricité, de tuyauterie et de mécanique de systèmes de déplacement mécanisé dans les secteurs autres que celui de la construction, RLRQ, chapitre F-5, r. 1, à jour au 1^{er} avril 2021*, [En ligne], 2021. [\[http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/f-5,%20r.%201\]](http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/f-5,%20r.%201) (Consulté le 1^{er} novembre 2021).
- ROSS, Marie-Josée. *Comprendre et prévenir les risques électriques : guide*, [En ligne], 3^e éd., Longueuil, Qc, MultiPrévention, 2018, 47 p. [\[https://multiprevention.org/wp-content/uploads/2018/11/GUIDE-risques-electrique-edition3.pdf\]](https://multiprevention.org/wp-content/uploads/2018/11/GUIDE-risques-electrique-edition3.pdf) (Consulté le 27 octobre 2021).
- SIEMENS. *I-T-E molded case circuit breakers : FD-drame information and instruction guide*, Alpharetta, Georgia, Siemens, [200?], p. 2.