EN004042

RAPPORT D'ENQUÊTE

DÉPERSONNALISÉ

Accident mortel d'un travailleur de Lesage Transport ltée survenu le 11 août 2014 au km 500,6 du chantier d'entretien de la route 389 près de Fermont.

Direction régionale de la Côte-Nord

Inspecteurs : **Stéphan Lalancette** **Carl Ouellet, T.P.**

Date du rapport : 20 janvier 2015

Rapport distribué à :

- Monsieur « A », Lesage Transport ltée
- M^{e} Bernard Lefrançois, coroner
- Monsieur François Desbiens, directeur de santé publique
- Conseil provincial du Québec des métiers de la construction International (CPQMCI)
- Centrale des syndicats démocratiques (CSD – Construction)
- Confédération des syndicats nationaux (CSN – Construction)
- Fédération des travailleurs du Québec (FTQ – Construction)
- Syndicat québécois de la construction (SQC)

TABLE DES MATIÈRES

1 RÉSUMÉ DU RAPPORT 1

2 ORGANISATION DU TRAVAIL 3

2.1 STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT 3
2.2 STRUCTURE GÉNÉRALE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION 3
2.3 ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL 3
2.3.1 MÉCANISMES DE PARTICIPATION 3
2.3.2 GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL 5

3.1 DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL 5
3.2 DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER 6

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE 7

4.1 CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT 7
4.2 CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES 7
4.2.1 LE CHAUFFEUR DE CAMION 7
4.2.2 L'OPÉRATEUR DE LA PELLE MÉCANIQUE 8
4.2.3 FORMATION ET INFORMATION DES TRAVAILLEURS 8
4.2.4 LE LIEU DE TRAVAIL 8
4.2.5 LOCALISATION DE L'ÉQUIPEMENT 8
4.2.6 L'ÉQUIPEMENT UTILISÉ 9
4.2.7 MÉTHODE DE TRAVAIL 9
4.2.8 LOI SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL 9
4.2.9 ARTICLES DE LA RÉGLEMENTATION DU *CODE DE SÉCURITÉ POUR LES TRAVAUX DE CONSTRUCTION* (CSTC) APPLICABLES AUX ACTIVITÉS DE LEVAGE DE MATÉRIEL À PROXIMITÉ D'UNE LIGNE ÉLECTRIQUE AÉRIENNE. 10
4.2.10 RÉSEAUX AÉRIENS (NORME CAN/CSA-C22.3 N^{O} 1-10) ET MISE EN CONTEXTE 11
4.2.11 AUTRES 12
4.3 ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES 12
4.3.1 LORS DE L'EMBARQUEMENT SUR LA REMORQUE, UN LIEN ÉLECTRIQUE SE CRÉE ENTRE LA LIGNE DE 161 KV ET LE POTEAU DE BOIS ATTACHÉ AU GODET DE LA PELLE MÉCANIQUE. 12
4.3.2 LA GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ RELATIVE AUX OPÉRATIONS À PROXIMITÉ DE LA LIGNE ÉLECTRIQUE EST DÉFICIENTE. 13

5 CONCLUSION 14

5.1 CAUSES DE L'ACCIDENT 14
5.2 AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE 14
5.3 SUIVI À L'ENQUÊTE 14

ANNEXES

ANNEXE A : Accidenté 15
ANNEXE B : Cartes et représentations graphiques 16
ANNEXE C : Photos 21
ANNEXE D : Liste des témoins et des autres personnes rencontrées 22
ANNEXE E : Extraits de Réseaux aériens (norme CAN/CSA-C22.3 no 1-10) 23
ANNEXE F : Relevé de la hauteur des phases de la ligne électrique L-1695 entre les portiques 230 et 231 29
ANNEXE G : Références bibliographiques 30

SECTION 1

1 RÉSUMÉ DU RAPPORT

Description de l'accident

Le 11 août 2014, sur la route 389, deux travailleurs réalisent des travaux d'entretien spécifiques au déblocage de ponceaux et au creusage de fossés. Vers 14 h 30, au km 500,6, le moment est venu de se déplacer vers un autre lieu du chantier. Lors des manœuvres d'embarquement de la pelle mécanique et du poteau sur la remorque attachée au camion à benne, un lien électrique se crée entre le poteau déplacé par la pelle et la ligne électrique à proximité. Au même moment, le chauffeur du camion, les pieds au sol, est en contact avec l'avant de la remorque énergisée.

Conséquence

Le chauffeur de camion est électrocuté.

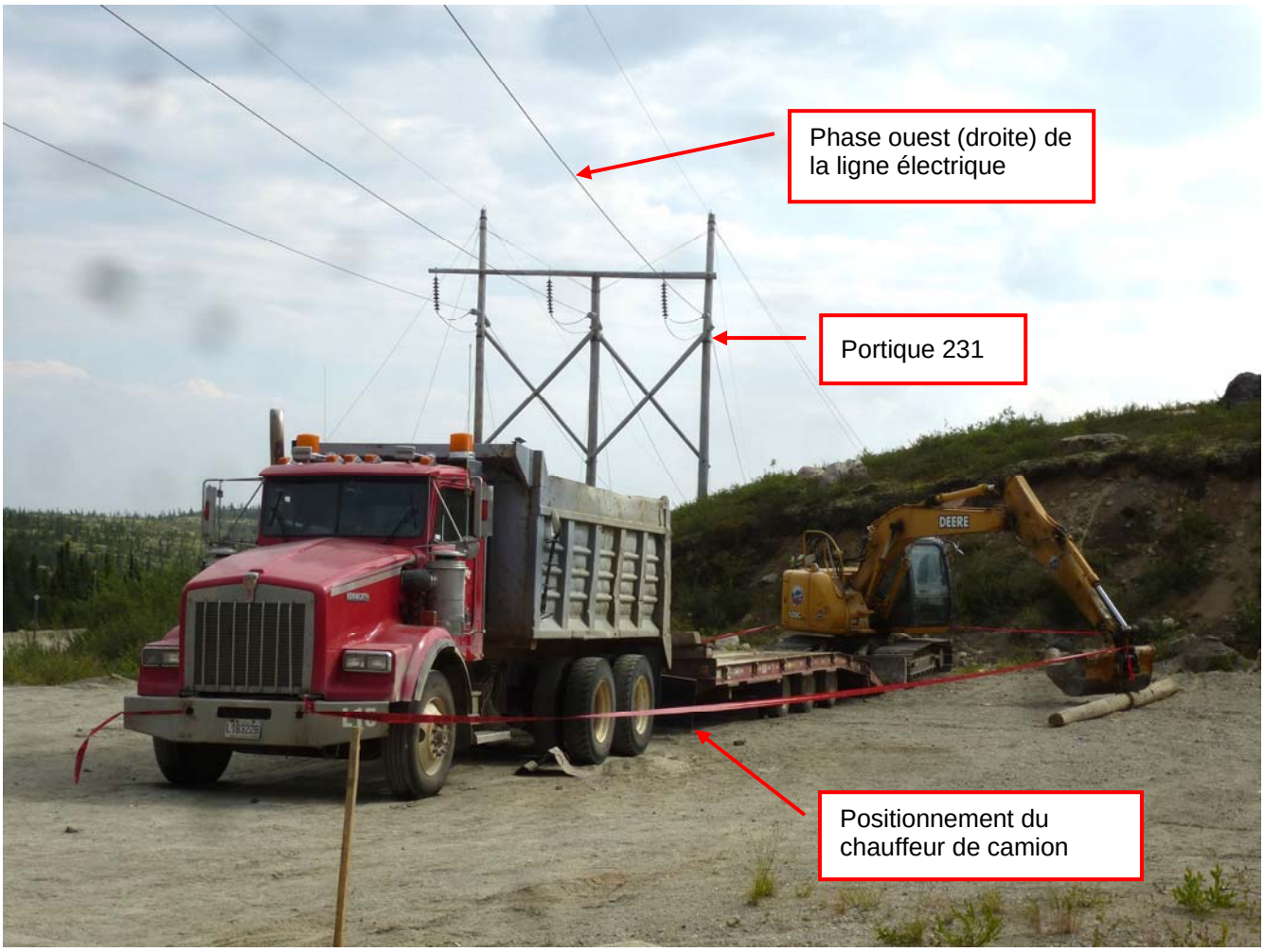

Photo 1- Vue de l'équipement sur le lieu de l'accident (Source : CSST)

Abrégé des causes

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- Lors de l'embarquement sur la remorque, un lien électrique se crée entre la ligne 161 kV et le poteau de bois attaché au godet de la pelle mécanique.

- La gestion de la santé et sécurité relative aux opérations à proximité de la ligne électrique est déficiente.

Mesures correctives

En raison des constatations faites sur les lieux de l'accident, la CSST interdit le 12 août 2014 d'utiliser l'aire du km 500,6 pour y déplacer de la machinerie. Le tout est consigné au rapport numéro RAP0899634.

De plus, deux mesures correctives ont été demandées à Lesage Transport ltée dans ce rapport émis le 29 août 2014 :

- Former et informer ses travailleurs sur les risques et dangers reliés aux travaux à proximité d'une ligne électrique.

- Appliquer le programme de prévention 2014-2015 en ce qui a trait notamment au travail à proximité d'une ligne électrique.

L'employeur s'est conformé à ces mesures correctives. Le tout est consigné au rapport numéro RAP0899664 émis le 10 décembre 2014.

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

Lesage Transport ltée est une entreprise de Fermont qui exploite une carrière, réalise des travaux de transport, d'excavation, de terrassement, de déneigement et effectue des travaux d'entretien routier. Elle effectue les travaux d'entretien de la route 389 depuis la fin des années 1980. L'entreprise emploie une trentaine de travailleurs. Un administrateur supervise l'ensemble des travailleurs.

2.2 STRUCTURE GÉNÉRALE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION

Lesage Transport exécute, pour le ministère des Transports du Québec (MTQ), un contrat d'entretien d'une section de la route 389, de l'ancien site minier de Fire Lake jusqu'à la limite frontalière entre la province de Québec et celle de Terre-Neuve et Labrador. Tout au long de l'année, de six à huit travailleurs œuvrent à réaliser les travaux du contrat qui prévoit, entre autres, pour la période estivale, l'inspection et le nettoyage des ponceaux ainsi que le creusage des fossés latéraux et de décharges.

La supervision des travailleurs se fait principalement par communication radio et par visites aléatoires.

Un technicien du MTQ précise l'emplacement des travaux requis et les surveille afin de s'assurer qu'ils sont réalisés conformément au contrat.

2.3 ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL

2.3.1 Mécanismes de participation

[…]. Un représentant en prévention est nommé en vertu du programme de prévention de l'entreprise.

2.3.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Lesage Transport fait partie du secteur d'activité *Transport et entreposage*. De ce fait, l'employeur est assujetti à l'obligation légale de mettre en application un programme de prévention spécifique à l'établissement. L'entreprise applique un programme dont la mise à jour remonte à 2011. Dans ce dernier, il y a des informations applicables au chantier. Cette version est muette en ce qui concerne les dangers et les mesures de prévention reliés aux travaux à proximité d'une ligne électrique.

L'entreprise possède la mise à jour 2014-2015 du programme de prévention. Celle-ci identifie les dangers et les mesures de prévention reliés aux travaux à

proximité d'une ligne électrique aérienne, mais n'est pas appliquée ni connue des travailleurs lors de l'accident.

Il est à noter que les bureaux administratifs et le garage d'entretien de l'entreprise ont été ravagés par un incendie le 5 mai 2014 et la plupart des documents sur la santé et la sécurité ont brûlé.

Une rencontre annuelle de tout le personnel est réalisée chaque année. La mise à jour du programme de prévention est présentée aux travailleurs à ce moment. Cependant, cette rencontre n'a pas eu lieu au moment de l'événement, la dernière a été réalisée au printemps 2013.

La représentante en prévention vérifiait les éléments de santé et sécurité au travail (SST) et animait la SST au sein de l'entreprise avant son départ en congé de maternité au début 2014. Depuis, des vérifications SST aléatoires et non documentées sont réalisées par l'administrateur de l'entreprise et un travailleur dédié.

SECTION 3

3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

3.1 DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL

Le chantier d'entretien se situe sur différents tronçons de la route 389 entre les km 480 et 569. Une ligne électrique de 161 000 volts (161 kV) longe ou traverse cette partie de route à certains endroits.

L'accident s'est produit au km 500,6 où il y a une aire de dégagement aux abords de la route, côté ouest. La ligne électrique surplombe longitudinalement cette aire en bordure de la route (Photos 2, 3 et 4).

Photos 2 et 3 – Vues en direction sud de l'aire de dégagement (Source : CSST)

Photo 4 – Vue en direction nord (Source : CSST)

La base météorologique la plus près est celle de Wabush. Le 11 août 2014, à 14 h, selon Environnement Canada, le temps est généralement dégagé, la température est de 26,8 ^{o}C, l'humidité relative est de 37 % et la vitesse du vent est de 11 km/h.

3.2 DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER

Le travail consiste à reprofiler des fossés et débloquer des ponceaux de certains tronçons de la route. Pendant la journée, une équipe de deux travailleurs complètent les travaux d'un tronçon et se déplacent ensuite avec leurs équipements (un camion à benne basculante, une remorque, une pelle mécanique et un poteau de bois) vers un autre tronçon. Pour ces déplacements, la pelle mécanique et le poteau sont chargés sur la remorque.

SECTION 4

4 ACCIDENT: FAITS ET ANALYSE

4.1 CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT

Le matin du 11 août 2014, monsieur « A », demande à monsieur « B », chauffeur de camion, et monsieur « C », opérateur de pelle, de poursuivre le travail de la veille. Les travailleurs quittent Fermont en camionnette pour rejoindre leurs équipements près de Fire Lake, aux environs du km 482.

En avant-midi, les travailleurs débloquent un ponceau obstrué au km 493. Ils se déplacent ensuite avec leurs équipements jusqu'au km 500,6 où ils arrivent vers 11 h 40. Le chauffeur recule son camion avec la remorque dans l'aire en bordure de la route, la remorque transportant la pelle mécanique étant accouplée au camion. L'opérateur descend la pelle et le poteau de la remorque. Les travailleurs prennent une demi-heure pour dîner et reprennent ensuite le travail. Le chauffeur contrôle la circulation pendant que l'opérateur emprunte la route aux commandes de la pelle pour atteindre le fossé, puis il retourne attendre au camion.

Vers 14 h 30, l'opérateur termine la réfection du fossé et revient à l'aire de stationnement du camion et de la remorque. Il procède à l'embarquement de la pelle sur la remorque. Pour ce faire, il initie la montée de la pelle sur les rampes, l'immobilise et déplace le poteau préalablement enchaîné au godet. Pendant le mouvement, alors que le poteau est soulevé verticalement à environ 30 cm du sol, l'opérateur est surpris par une lumière brève et intense. Il redescend immédiatement le poteau et retrouve son collègue couché au sol, à l'avant de la remorque. Au même moment, monsieur « D » et monsieur « E », de passage en moto, voient aussi la lumière et viennent les rejoindre. Monsieur « D » effectue des manœuvres de réanimation. Les secours sont contactés. Monsieur « B » est transporté au Centre de santé de l'Hématite à Fermont où son décès est constaté.

4.2 CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES

4.2.1 Le chauffeur de camion

- Il œuvre sur les travaux d'entretien de la route 389 depuis son embauche chez Lesage Transport […].
- Il possède plus […] d'années d'expérience en conduite de camion chez cet employeur.
- Il possède un certificat de compétence, compagnon, opérateur de tracteurs émis par la Commission de la construction du Québec (CCQ).
- Au moment de l'accident, il est debout sur le côté gauche à l'avant de la remorque.
- Des blessures sont visibles à l'index de la main gauche, aux jointures de la main droite, à l'avant de la cuisse gauche et au gros orteil du pied droit.

4.2.2 L'opérateur de la pelle mécanique

- Il œuvre sur les travaux d'entretien de la route 389 depuis son embauche chez Lesage Transport en […].
- Il possède […] ans d'expérience comme opérateur de pelles mécaniques chez cet employeur.
- Il possède un certificat de compétence, compagnon, opérateur de pelles mécaniques émis par la CCQ.

4.2.3 Formation et information des travailleurs

- En […], le chauffeur a suivi la formation *Santé et sécurité générale sur les chantiers de construction* et l'opérateur l'a suivie […].
- L'administrateur confirme n'avoir donné, à ses travailleurs, aucune formation spécifique sur les risques reliés au travail près d'une ligne électrique.
- Il affirme avoir donné la directive verbale de ne jamais travailler sous les lignes électriques.
- Le matin de l'accident, la seule directive qu'il a transmise aux travailleurs était de continuer où ils étaient rendus la veille.

4.2.4 Le lieu de travail

- Les coordonnées géographiques sont 67^{o}25'57''O et 52^{o}30'20''N (Annexe B, Figure 1).
- L'aire au km 500,6 est utilisée occasionnellement par Lesage Transport avec sa machinerie lourde.
- Une centaine de mètres de fossés est à entretenir, mais aucun déblocage de ponceau n'est à faire près du km 500,6.
- L'aire est localisée entre les portiques numéros 230 et 231 de la ligne électrique numéro L-1695 appartenant à Hydro-Québec.
- La hauteur de la phase ouest (droite) de la ligne est d'approximativement 9,5 m vis-à-vis la pelle, à environ 50 m de distance du portique 231 (Annexe B, Figure 5 et Annexe F).

4.2.5 Localisation de l'équipement

- La cabine du camion se retrouve directement sous la phase ouest de la ligne électrique (Annexe B, Figure 3 et Annexe C, Photo 5).
- L'arrière des rampes de la remorque est à une distance d'environ 4 m de la projection au sol de cette même phase (Annexe B, Figure 3).
- L'axe de rotation de la pelle mécanique est à 5,55 m de la projection au sol de la phase ouest de la ligne électrique (Annexe B, Figure 5).

4.2.6 L'équipement utilisé

- Le camion à benne basculante de marque Kenworth, modèle T800 conventionnel 1994, a une longueur totale de 8,4 m.
- La remorque a trois essieux avec une plateforme d'une longueur de 9,21 m.
- La pelle mécanique de marque John Deere, modèle 135C RTS d'une puissance de 88 hp, équipée d'un balancier de 3,01 m :
  - a une portée maximale de 7,8 m de haut à 5,55 m de distance (Annexe B, Figure 5);
  - n'est pas munie d'un système de blocage des manœuvres (limiteur de portée) pour respecter une distance d'approche minimale.
- Le poteau de bois d'une longueur de 9,75 m :
  - est une ancienne pièce supportant les isolateurs sur un portique d'une ligne électrique;
  - est attaché en son centre avec une chaîne d'acier reliée au crochet du godet de la pelle;
  - n'a aucune trace évidente de contact avec la ligne électrique;
  - comporte deux tiges métalliques transversales à 0,3 m et à 2,6 m du bout du plus fort diamètre;
  - est utilisé quelques heures avant l'accident pour le déblocage d'un ponceau au km 493.

4.2.7 Méthode de travail

- Il n'existe pas de méthode de travail écrite pour l'embarquement et le débarquement de la pelle sur la remorque. La méthode habituelle pour l'embarquement consiste à approcher le poteau de la remorque, embarquer la pelle sur la remorque suivie du poteau en le plaçant entre les chenilles de la pelle.
- L'embarquement du poteau sur la remorque, à l'aide de la pelle, est une manœuvre fréquente pour disposer du poteau à proximité de la machinerie lorsque les travaux le requièrent.

4.2.8 Loi sur la santé et la sécurité du travail

L'article 51 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail énonce 15 obligations générales aux employeurs dont les suivantes:

Alinéa 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 ».

Alinéa 5 « utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur ».

Alinéa 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 ».

4.2.9 Articles de la réglementation du *Code de sécurité pour les travaux de construction* (CSTC) applicables aux activités de levage de matériel à proximité d'une ligne électrique aérienne.

Obligations générales :

2.4.2(a) « L'employeur doit s'assurer que toutes les mesures nécessaires sont prises pour assurer la sécurité du public et des travailleurs »;

2.4.2(g) « L'employeur doit s'assurer que tout travailleur est prévenu des risques propres à son travail ».

Travail près d'une ligne électrique :

5.2.1 « L'employeur doit veiller à ce que personne n'effectue un travail pour lequel une pièce, une charge, un échafaudage un élément de machinerie ou une personne risque de s'approcher d'une ligne électrique à moins de la distance d'approche minimale spécifiée au tableau suivant :

Tension entre phases (volts)	Distance d'approche minimale (mètres)
Moins de 125 000	3
125 000 à 250 000	5
250 000 à 550 000	8
Plus de 550 000	12 »;

5.2.2 « L'employeur qui se propose d'effectuer un travail pour lequel une pièce, une charge, un échafaudage, un élément de machinerie ou une personne risque de s'approcher d'une ligne électrique à moins de la distance d'approche minimale spécifiée à l'article 5.2.1 peut procéder à ce travail si l'une des conditions suivantes est respectée :

a) la ligne électrique est mise hors tension. Il doit vérifier qu'aucune personne ne court de risque d'électrocution avant de remettre cette ligne sous tension;

b) l'employeur a convenu avec l'entreprise d'exploitation d'énergie électrique des mesures de sécurité à prendre. Avant le début des travaux, il doit transmettre une copie de cette convention ainsi que son procédé de travail à la Commission[1]. Ces mesures doivent être appliquées avant le début du travail et maintenues jusqu'à ce qu'il soit terminé;

[1] Commission de la santé et de la sécurité du travail

c) l'équipement de construction déployable tel que rétrocaveuse, pelle mécanique, grue ou camion à benne basculante est muni d'un dispositif ayant deux fonctions:

i. la première avertit le conducteur ou bloque les manœuvres, de façon à respecter la distance d'approche minimale prévue à l'article 5.2.1;

ii. la seconde fonction bloque les manœuvres, en cas de défaillance de la première.

Le dispositif visé au paragraphe c doit faire l'objet d'une déclaration écrite, signée par un membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec, attestant qu'il remplit les fonctions décrites aux sous-paragraphes i et ii et qu'il n'endommage ni ne rend l'appareil instable lors du blocage des manœuvres. Si ce dispositif fait défaut en tout ou en partie ou est inopérant, l'employeur peut continuer pour une période n'excédant pas huit heures de travail au total, à utiliser l'équipement de construction déployable à la condition que l'opérateur reçoive l'assistance d'un signaleur qui a suivi avec succès le cours de formation dont le programme est celui décrit à l'annexe 7. »

4.2.10 Réseaux aériens (norme CAN/CSA-C22.3 n^{o} 1-10) et mise en contexte

- Article 5.3.1.2 « Normalement, les valeurs prescrites pour les dégagements verticaux au-dessus du sol ou des voies ferrées ne tiennent pas compte de l'utilisation d'engins de grande hauteur (grue, etc.) sous les conducteurs pour des travaux de construction ou d'entretien, ni des travaux qui peuvent être exécutés dans des gares de triage, des dépôts de matériaux, des aires de chargement et de déchargement de camions… Aux endroits où des travaux particuliers sont fréquents, il pourrait donc être nécessaire d'augmenter les dégagements prescrits, sous réserve d'une entente entre les parties intéressées. »
- Le tableau 2, « Dégagements verticaux minimaux de calcul au-dessus du sol ou des rails, c.a. », nous indique que le dégagement vertical minimal d'une ligne électrique d'une tension de 150 à 200 kV au-dessus du sol d'un terrain accessible aux véhicules routiers est de 6,6 m.
- Un arc électrique se produit lorsque la distance entre deux objets de tensions différentes est en deçà de la distance de contournement. La distance de contournement électrique applicable à une phase d'une ligne de 161 kV est de 1,185 m. L'arc électrique est possible si un équipement, en l'occurrence un poteau de bois, mis à la terre s'approche à cette distance ou moins. Cette distance est une valeur limite de calcul plutôt qu'une exigence qui s'applique durant la construction ou l'exploitation normale. La distance à respecter doit être supérieure à cette valeur (Annexe E).

4.2.11 Autres

- La position des équipements fait en sorte que lors de l'embarquement, une charge ou un élément de la pelle mécanique peut s'approcher de la ligne électrique à moins de la distance d'approche minimale de 5 m prescrit par le CSTC (Annexe B, Figure 5).
- Lors du déplacement du poteau, un lien électrique (contact ou arc électrique) se crée à une distance de moins de 1,185 m entre la phase ouest de la ligne et le poteau.
- Le poteau, la pelle, la remorque et le camion sont énergisés au moment du lien électrique.
- Les pneus du camion et de la remorque ont créé des traces de calcination au sol.
- Selon monsieur « D », la pelle est légèrement déplacée pendant qu'il effectue les manœuvres de réanimation.

4.3 ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES

4.3.1 Lors de l'embarquement sur la remorque, un lien électrique se crée entre la ligne de 161 kV et le poteau de bois attaché au godet de la pelle mécanique.

Lors de l'embarquement de la pelle et du poteau sur la remorque, cette dernière et le camion sont stationnés dans le sens longitudinal de la ligne. La cabine du camion se trouve alors sous la phase ouest de cette ligne et les rampes de la remorque à une distance d'environ 4 m de la projection au sol de cette phase. Cette position de stationnement fait en sorte que lors de l'embarquement, une charge ou un élément de la pelle mécanique peut s'approcher de la ligne électrique à moins de la distance d'approche minimale de 5 m.

Pour effectuer l'embarquement, l'opérateur dirige la pelle vers la remorque, l'immobilise contre les rampes et déplace le poteau de bois d'une longueur de 9,75 m attaché en son centre au godet de la pelle. Par cette manœuvre, le poteau se retrouve près de la phase ouest de la ligne à l'intérieur de la distance d'approche minimale.

Le poteau, en plus d'être dans la distance d'approche minimale, se retrouve à l'intérieur de la distance de contournement de 1,185 m puisqu'un lien électrique se crée entre la ligne et le poteau. Ce dernier, la pelle mécanique et la remorque sont énergisés. Le chauffeur, les pieds au sol, en contact avec l'avant de la remorque, fait alors office de mise à la terre.

Cette cause est retenue.

4.3.2 La gestion de la santé et de la sécurité relative aux opérations à proximité de la ligne électrique est déficiente.

Lesage Transport applique le programme de prévention de 2011. Ce programme n'identifie aucunement les dangers et les mesures de prévention reliés aux travaux à proximité des lignes électriques.

La mise à jour 2014-2015 du programme de prévention contenant, entre autres, l'identification des dangers et les mesures de prévention reliés aux travaux à proximité des lignes électriques n'est pas encore diffusée aux travailleurs ni appliquée par l'entreprise.

La ligne électrique de 161 kV traverse ou longe le tronçon du contrat d'entretien de la route à plusieurs endroits. L'embarquement et le débarquement de la pelle et du poteau de bois est fréquent lors de ces travaux. Les travailleurs du chantier n'ont reçu aucune formation spécifique concernant l'identification des dangers et les mesures préventives associées à la réalisation de travaux à proximité des lignes électriques, tout comme ils n'ont pas été informés adéquatement.

Cette cause est retenue.

SECTION 5

5 CONCLUSION

5.1 CAUSES DE L'ACCIDENT

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes :

- Lors de l'embarquement sur la remorque, un lien électrique se crée entre la ligne de 161 kV et le poteau de bois attaché au godet de la pelle mécanique.

- La gestion de la santé et sécurité relative aux opérations à proximité de la ligne électrique est déficiente.

5.2 AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE

Les rapports d'intervention suivants ont été émis :

- Le rapport RAP0899634, du 29 août 2014, interdit l'utilisation de l'aire de dégagement au km 500,6 pour y déplacer de la machinerie. Il exige aussi que les travailleurs soient formés et informés sur les risques et dangers reliés aux travaux à proximité d'une ligne électrique et que le programme de prévention 2014-2015 soit appliqué, notamment en ce qui a trait au travail à proximité d'une ligne électrique;

- Le rapport RAP0899664, du 10 décembre 2014, confirme que l'employeur s'est conformé aux mesures correctives exigées.

5.3 SUIVI À L'ENQUÊTE

La Commission informera l'Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec, l'Association de la construction du Québec, l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec, afin qu'elles informent leurs membres des conclusions de cette enquête. De plus, la Commission informera également le ministère des Transports du Québec sur les conclusions de cette enquête.

Dans le cadre de son partenariat avec la CSST visant l'intégration de la santé et de la sécurité au travail dans la formation professionnelle et technique, le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport diffusera, à titre informatif et à des fins pédagogiques, le rapport d'enquête dans les établissements de formation qui offrent le programme d'étude suivant : *Conduite d'engins de chantier*. L'objectif de cette démarche est de supporter les établissements de formation et les enseignants dans leurs actions pédagogiques destinées à informer leurs étudiants sur les risques auxquels ils seront exposés et sur les mesures de prévention qui s'y rattachent.

ANNEXE A

Accidenté

ACCIDENTÉ

Nom, prénom	**:**	**« B »**
Sexe	:	Masculin
Âge	:	[…] ans
Fonction habituelle	:	[…]
Fonction lors de l'accident	:	Chauffeur de camion
Expérience dans cette fonction	:	[…]
Ancienneté chez l'employeur	:	[…]
Syndicat	:	[…]

ANNEXE B

Cartes et représentations graphiques

Figure 1 – Carte routière (Source : Google)

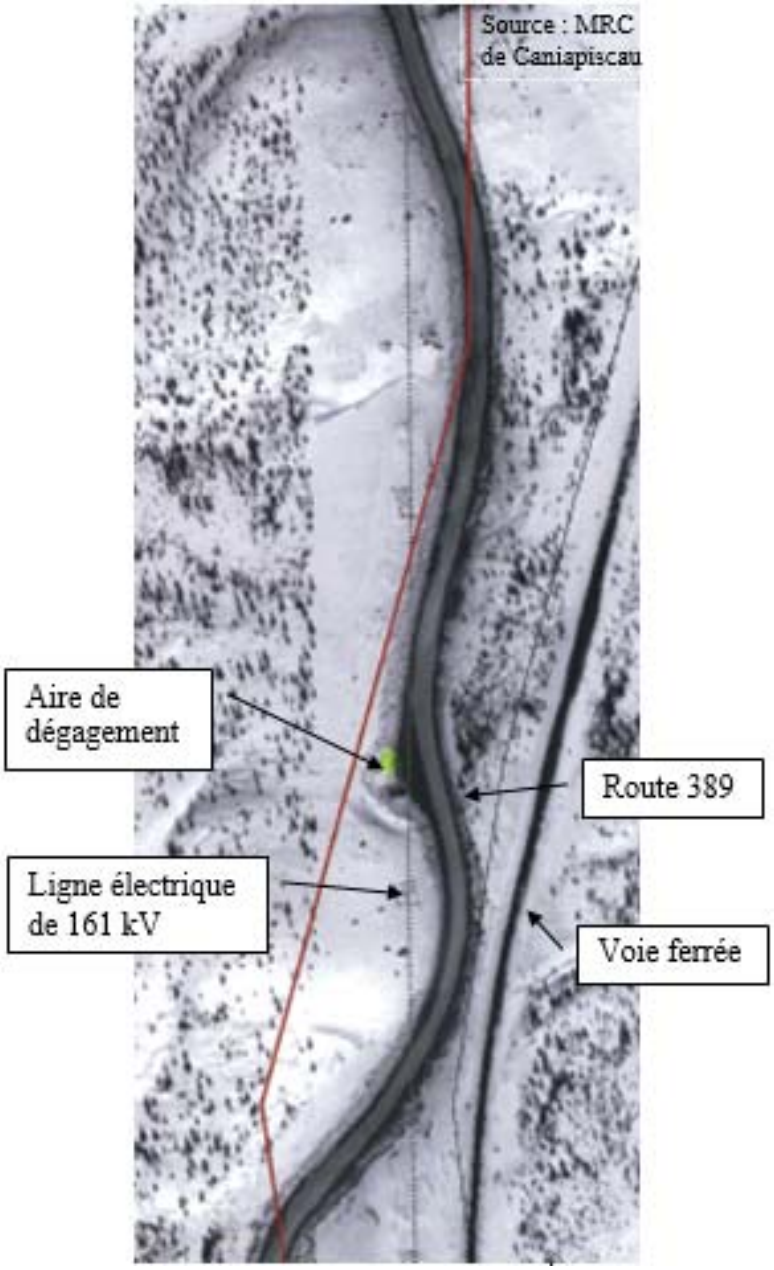

Figure 2 – Vue en plan du lieu de l'accident (Souce : MRC de Caniapiscau)

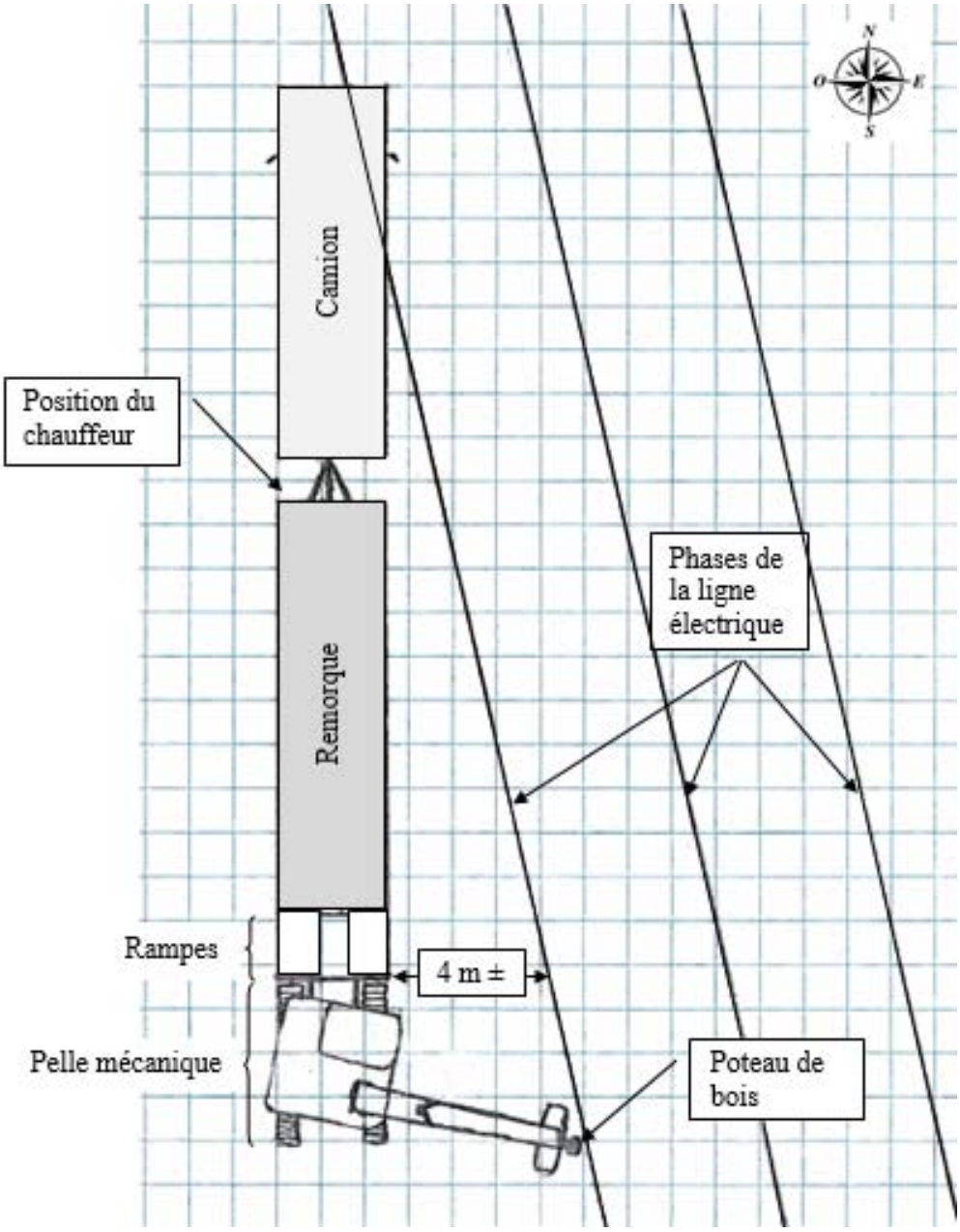

Figure 3 – Croquis de la position probable des équipements lors du lien électrique selon les informations recueillies (Source : CSST)

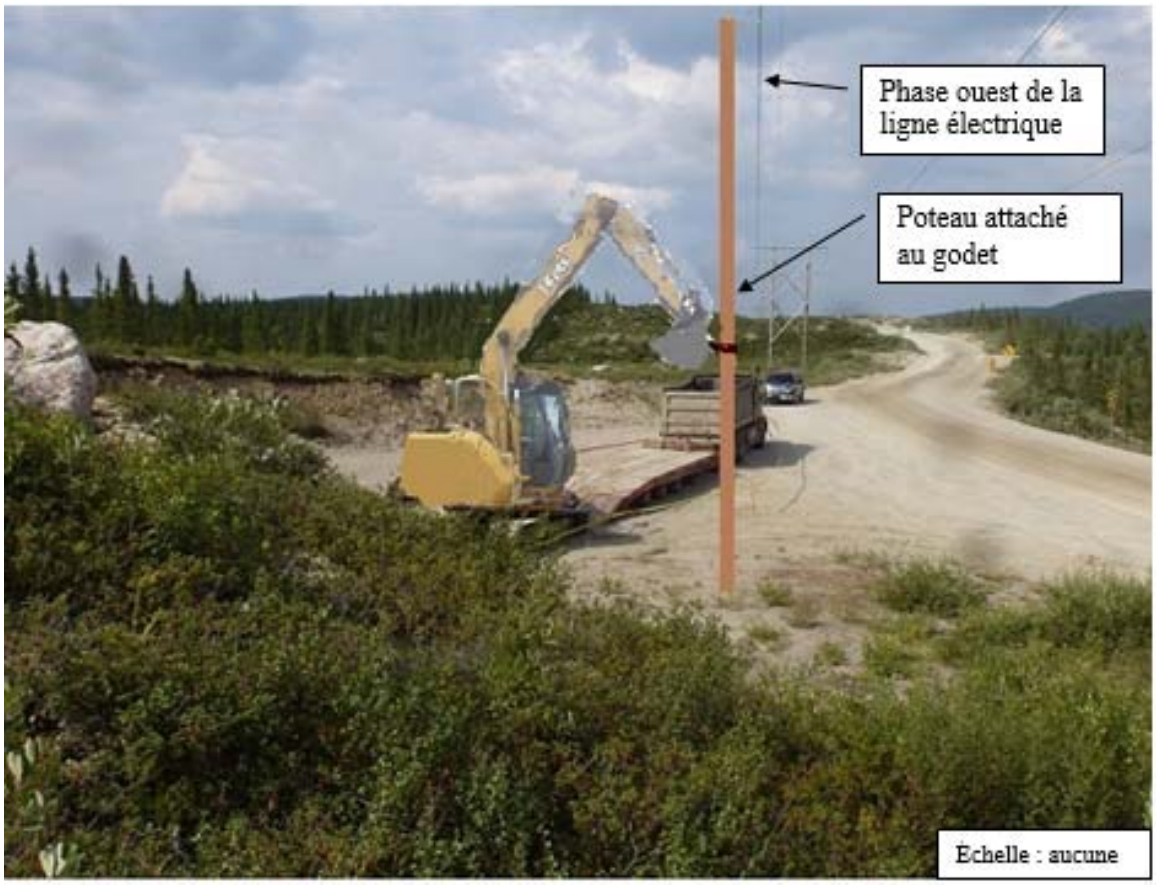

Figure 4 – <u>Position simulée</u> du déplacement du poteau selon les informations recueillies (Source : CSST)

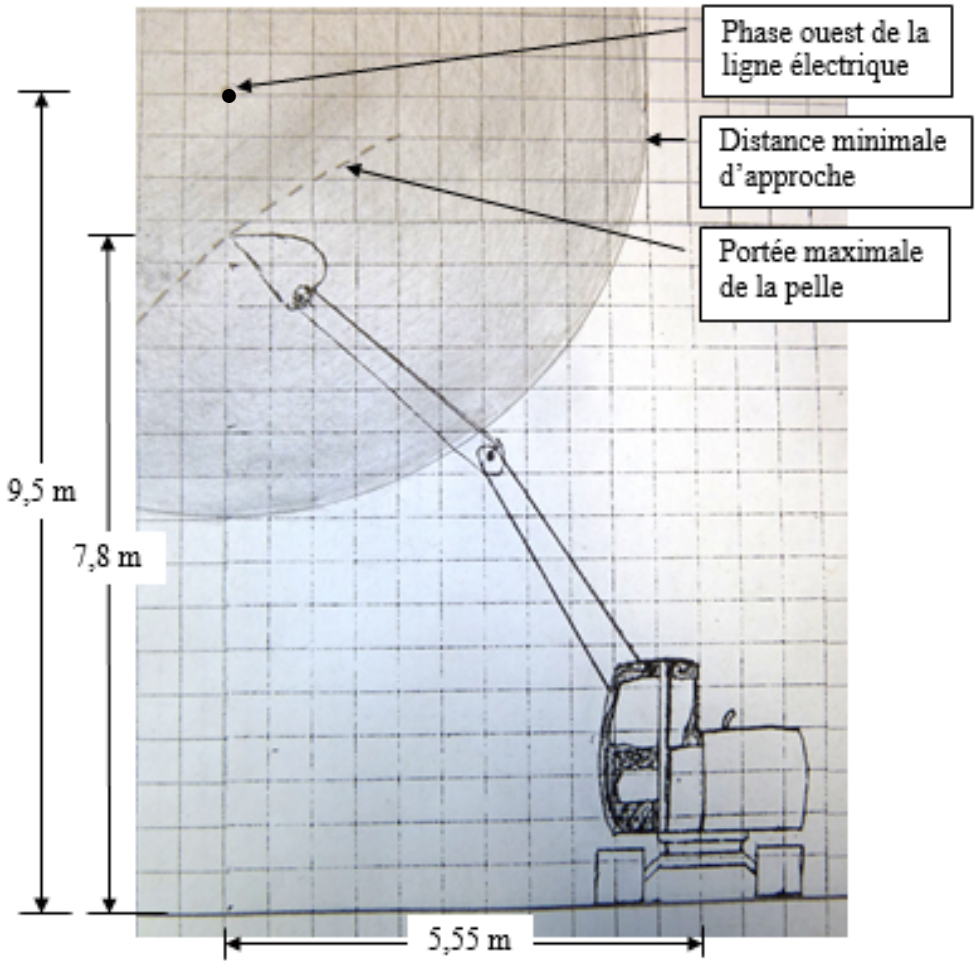

Figure 5 – Croquis du rayon d'action de la pelle relativement à la distance d'approche minimale de 5 m de la phase ouest (Source : CSST)

ANNEXE C

Photos

Photo 5 – Vue générale en direction sud

Photo 6 – Vue générale en direction est

ANNEXE D

Liste des témoins et des autres personnes rencontrées

Liste des témoins :

Monsieur « C », Lesage Transport ltée
Monsieur « D »
Monsieur « E »

Liste des personnes rencontrées :

Monsieur « A », Lesage Transport ltée
Madame « F », Lesage Transport ltée
Monsieur « G », Lesage Transport ltée
Monsieur « H », Lesage Transport ltée
Monsieur François Deschamps, contremaître, Hydro-Québec (Distribution)
Monsieur Sylvain Dufour, capitaine, Sûreté du Québec
Monsieur Philippe Martin, policier, Sûreté du Québec
Monsieur Marco Turgeon, policier, Sûreté du Québec
Madame Véronique Simard, policière, Sûreté du Québec

Liste des personnes contactées :

Monsieur « I », Équipements Sigma inc.
Monsieur Daniel Gosselin, chef installations lignes Nord-Est et emprise transport, Hydro-Québec (TransÉnergie)
Madame Isabelle Boudreau, préposée à l'aménagement du territoire et à l'urbanisme, MRC de Caniapiscau
Madame « J », Le Groupe ACCIsst inc.
Monsieur Marc Tardif, technicien, ministère des Transports du Québec

ANNEXE E

Extraits de Réseaux aériens (norme CAN/CSA-C22.3 n^{o} 1-10)

4.1.7 Élagage des arbres

Les arbres qui poussent le long des lignes d'alimentation doivent être élagués, où cela est possible, de façon à assurer la distance de contournement prescrite au tableau 35. Cette distance doit être obtenue selon l'article 5.2. D'autres conditions peuvent rendre nécessaire l'augmentation de cette distance. Si l'élagage est impossible, les conducteurs doit être de façon à éviter l'endommagement et les risques électriques.

Tableau 35
Distance de contournement applicable aux conducteurs c.a. pour l'élagage des arbres
(voir l'article 4.1.7)

Tension phase-terre maximale, kV	Distance contournement-terre, mm
0,75	8
5	72
10	144
15	216
22	316
50	718
90	970
120	1185
150	1586
190	2129
220	2566
250	3000
318	3640
442	4600

5 Dégagements, séparations et espacements

5.1 Domaine d'application

Le chapitre 5 prescrit les dégagements, les séparations et les espacements affectant les composants des lignes aériennes, que ce soit entre eux, par rapport à la terre ou par rapport à d'autres équipements. Les dégagements, les séparations et les espacements prescrits au chapitre 5 sont les valeurs minimales à respecter pour assurer la sécurité du public et ne visent pas l'environnement immédiat des installations électriques tel qu'il est régi par les règlements en matière de santé et de sécurité au travail.

5.2 Généralités

5.2.1 Construction et dégagements normaux

Les dégagements prescrits au chapitre 5 pour les fils et les conducteurs sont des valeurs minimales fixées en fonction des charges prescrites et des conditions d'exploitation extrêmes ; ainsi, les dégagements prescrits constituent des valeurs limites de calcul plutôt que des exigences qui s'appliquent durant la construction ou l'exploitation normale. Les dégagements à respecter durant l'exploitation normale sont supérieurs aux valeurs minimales prescrites au chapitre 5 si les charges et les conditions d'exploitation sont inférieures aux valeurs maximales prescrites. Les dégagements à respecter au moment de la construction doivent dépasser suffisamment les valeurs minimales prescrites au chapitre 5 pour que les valeurs réelles, dans les conditions extrêmes d'exploitation et de charge ne soient pas inférieures à ces valeurs minimales.
Note : Les dégagements prescrits dans le *Code canadien de l'électricité, Première partie*, s'appliquent au moment de l'installation plutôt que dans les conditions maximales prescrites et sont donc supérieurs à ceux prescrits dans le *Code canadien de l'électricité, Troisième partie*, pour les raisons invoquées dans cet article.

5.3.1.1 Dégagements de base

Les dégagements verticaux minimaux entre les conducteurs et les fils et le sol ou les rails doivent être conformes à l'article 5.2 et aux tableaux 2 et 4. Toutefois,

a) les dégagements au-dessus des routes ou des autres endroits où circulent des véhicules sont basés sur une hauteur de véhicule et de chargement combinée de 4,15 m. Dans les provinces et les territoires où la loi permet la circulation de véhicules et de chargements de hauteur supérieure à 4,15 m, on doit augmenter les dégagements prescrits aux tableaux 2 et 4 d'une valeur égale à la différence entre 4,15 m et la hauteur permise pour les véhicules et leurs chargements ;

b) pour ce qui est des altitudes supérieures à 1000 m et des tensions dépassant 50 kV, les dégagements du tableau 2 doivent être majorés de 1 % pour chaque tranche de 100 m dépassant 1000 m au-dessus du niveau moyen de la mer ;

c) étant donné que dans le cas des traverses d'une voie ferrée qui reposent sur un ballast, le niveau des rails n'est pas fixe, si on construit ou modifie une ligne croisant une voie ferrée, on doit augmenter le dégagement vertical au-dessus des rails de 0,3 m, à moins que les parties intéressées ne s'entendent sur une valeur moindre, afin de permettre toute modification ultérieure et normale du ballast sans enfreindre les exigences minimales de dégagement ;

d) au moment de l'établissement ou de la modification d'une ligne qui traverse une voie publique accessible aux véhicules routiers, on doit augmenter de 0,225 m le dégagement vertical afin de pouvoir rehausser la chaussée durant des travaux de voirie ultérieurs, sans enfreindre les exigences minimales de dégagement ; et

e) si la neige n'est pas enlevée, on doit assurer un dégagement additionnel égal à l'épaisseur de neige annuelle moyenne pour tenir compte de la flèche maximale aux températures courantes.

5.7.4.1 Généralités

L'article 5.7.4 prescrit les dégagements entre les ponts et les fils et les conducteurs d'alimentation qui y sont fixés ou qui passent au-dessous, au-dessus ou à proximité de ces ponts. L'article 5.7.4 ne traite pas des dégagements au-dessus des ponts à l'usage exclusif des voies ferrées, ou des parties de ponts normalement accessibles aux piétons, aux véhicules routiers ou aux trains. Les dégagements au-dessus ou à proximité des parties de ponts normalement accessibles aux piétons, aux véhicules routiers ou aux trains sont donnés dans les tableaux 2 et 4.

Tableau 2
Dégagements verticaux minimaux de calcul au-dessus du sol ou des rails, c.a.
(voir les articles 5.3.1.1, 5.7.4.1 et A.5.3.1 et les tableaux 4, 9 et 11)

Emplacement des fils ou des conducteurs	Dégagement vertical minimal de calcul au-dessus du sol ou des rails, m											
	Haubans, câbles porteurs, fils de télécommunications, fils porteurs et fils de garde, câbles de télécommunications	Conducteurs de contact et fils porteurs associés, artères de conducteurs de contact (0 à 750 V) en parallèle avec des conducteurs de contact	Conducteurs d'alimentation nus et conducteurs de branchement, c.a.*, kV									
			0 à 75	> 0,75 ≤ 22	> 22 ≤ 50	> 50 ≤ 90	> 90 ≤ 120	> 120 ≤ 150	> 150 ≤ 200	220 (360)	318 (500)	442 (735)
	Col. I	Col. II	Col. III	Col. IV	Col. V	Col. VI	Col. VII	Col. VIII	Col. IX	Col. X	Col. XI	Col. XII
Au-dessus des terrains accessibles aux véhicules routiers (y compris des routes, rues, ruelles, chemins et entrées excepté les entrées de maisons ou de garages privés)	4,42	4,42	4,42	4,75	5,2	5,5	5,8	6,1	6,6	10,2†	15,4†	20,4†
Au-dessus des emprises de canalisations souterraines	4,42	4,42	4,42	4,75	5,2	5,5	5,8	6,1	6,6	6,8	9,9†	13,2†
Le long des terrains accessibles aux véhicules routiers§ ou dans les limites (sans surplomb) des rues et des routes	4,42‡	4,42	4,42	4,75	5,2	5,5	5,8	6,1	6,6	10,2†	15,4†	20,4†

Annexe A (informative)
Commentaires

A.5 Dégagements, séparations et espacements

Le chapitre 5 prescrit les dégagements, les séparations et les espacements auxquels affectant les composants d'une ligne aérienne, que ce soit entre eux, par rapport à la terre ou par rapport à d'autres équipements.

Les facteurs suivants ont été pris en considération lors de la préparation du chapitre 5 :

- la zone protégée qui comprend les facteurs comme la hauteur des véhicules, la portée d'un piéton et la zone d'accès autour d'un bâtiment ou du matériel ;
- le dégagement (séparation ou espacement) entre un équipement d'alimentation mis à la terre ou hors tension et un autre équipement mis à la terre ou hors tension, des personnes ou des objets qui sert de zone protégée et permet le balancement de fils ou de conducteurs et d'isolateurs ;
- le dégagement entre un équipement d'alimentation sous tension et les personnes ou les objets sous tension ou non, qui sert de zone protégée et qui assure la distance maximale nécessaire pour résister à un contournement et pour empêcher qu'un courant dangereux puisse être induit dans un véhicule se trouvant à proximité d'une ligne très haute tension ou sous une telle ligne ; et
- une petite marge de sécurité, ajoutée aux points qui précèdent. Par exemple, pour les croisements de route, les exigences de dégagement ont été arrondies pour assurer une marge d'environ 0,3 m.

La distance de contournement utilisée pour le calcul des dégagements est basée sur la tension de pointe durant la commutation. Pour obtenir des distances sûres on a retenu des valeurs appropriées de surtension de pointe, en prenant pour base les réseaux en voie de conception au moment de l'élaboration de cette norme. Toutefois, en ce qui a trait aux tableaux, on augmente cette distance en fonction de la tension appliquée à la tension (efficace) normale d'exploitation. Les valeurs établies pour les facteurs de surtension de pointe de commutation, la tension de pointe et la distance dans l'air correspondante sont données aux tableaux A.1 et A.2.

Les exemples pour les tableaux 2 et 4 dans l'article A.5.3.1 expliquent l'augmentation de 0,01 m/kV appliquée à la tension efficace en calculant le dégagement de deux façons : en utilisant les données d'essai et en utilisant l'approximation simplifiée de 0,01 m/kV.

Cette augmentation de 0,01 m pour chaque kilovolt de tension (efficace) normale d'exploitation est couramment utilisée dans le *Code canadien de l'électricité* et dans l'ANSI/IEEE-C2. Il s'agit d'une valeur dérivée qui est appliquée à la tension (efficace) normale d'exploitation, mais qui tient compte des conditions de commutation en surtension.

Les données suivantes concernant le contournement dans l'air pour les réseaux c.a. et c.c. servent aux calculs de base de l'article 5.2 :

- Réseaux c.a. : des essais complets de pointes de tension de commutation sous pluie entre conducteurs c.a. et la terre ont montré que la résistance au contournement des distances dans l'air est relativement uniforme jusqu'à une pointe de tension d'environ 500 kV. Au-delà de cette valeur la résistance des distances dans l'air diminue (c.-à-d., qu'une distance dans l'air donnée résiste à une tension moins élevée). Par conséquent, les valeurs suivantes s'appliquent à cette norme :
  - pour au plus 500 kV, une évaluation sûre de la distance dans l'air admissible est 2,54 mm/kV ; et
  - pour plus de 500 kV, une évaluation sûre de la distance dans l'air admissible est 3,81 mm/kV.
- Réseaux c.c. : les valeurs suivantes s'appliquées à cette norme et sont basées sur des essais complets de pointes de tension de commutation entre conducteurs c.c. et la terre :
  - pour au plus 144 kV, la distance dans l'air admissible est 2,0 mm/kV ; et
  - pour plus de 144 kV, la distance dans l'aire admissible est 2,92 mm/kV.

A.5.3.1 Dégagements verticaux de calcul entre les conducteurs et les fils et le sol ou les rails et tableaux 2 et 4

Particulièrement en ce qui a trait aux lignes de transport, il est recommandé que les normes des services publics assurent une marge de sécurité pour le dégagement minimal prescrit dans la norme ainsi que pour l'exactitude des mesures effectuées sur place (p. ex., l'exactitude du relevé, selon le profil du terrain, l'exactitude de la flèche et, le cas échéant, le déplacement ou le tassement des structures qui s'effectue avec le temps, ainsi que le fluage des conducteurs).

L'expression «accessible aux véhicules routiers» signifie où des véhicules sont autorisés à circuler. Bien que des véhicules puissent circuler sur des trottoirs, ils ne le font pas normalement. Il n'est donc pas nécessaire d'assurer un dégagement pour les véhicules au-dessus des trottoirs, sauf en des endroits spéciaux comme un trottoir devant une plate-forme de chargement ou une entrée de garage privée qui croise un trottoir.

L'expression «normalement accessible aux seuls piétons» se rapporte aux sentiers ou autres terrains (p. ex., les parcs), normalement utilisés par les piétons. Sont exclues de cette catégorie les parties d'un pont ou d'un bâtiment normalement inaccessibles aux piétons et aux véhicules, de même que les marécages et les endroits accessibles seulement en hiver.

Le dégagement vertical de base au-dessus d'une voie normalement utilisée par les piétons est de 2,5 m dans le cas de fils hors tension et de câbles mis à la terre, et de 3,1 m dans le cas de fils nus dont la tension est d'au plus 750 V. Une augmentation du dégagement en fonction de la tension est prévue pour les conducteurs dont la tension est supérieure à 750 V.

Le dégagement vertical de base au-dessus d'une route est de 4,42 m à la tension zéro. Ce dégagement assure 0,27 m de plus, au-dessus du véhicule le plus haut ou de la charge la plus haute, permis par la majorité des provinces. En ce qui concerne les conducteurs c.a. ou c.c. sous tension égale ou inférieure à 200 kV à la terre, on augmente ce dégagement en fonction de la tension. Pour les conducteurs c.a. à des tensions à la terre supérieures à 200 kV, les dégagements sont établis par calcul en fonction de l'induction électrostatique ou selon les exigences visant le contournement.

En ce qui a trait aux conducteurs sous tension supérieure à 200 kV à la terre, à une fréquence de 60 Hz, et qui sont situés au-dessus de véhicules à larges surfaces métalliques, ou adjacents à ces derniers, le dégagement peut être établi par calcul, en fonction de l'induction électrostatique. Cette norme est établie en fonction des conditions les plus défavorables et on suppose que le véhicule est isolé de la terre au moyen de pneus en caoutchouc et qu'une personne en contact avec le véhicule touche ou se tient sur une surface correctement mise à la terre. Dans ces conditions, les dégagements minimaux spécifiés dans la norme visent à protéger le public des effets nocifs des courants induits susceptibles de circuler entre le véhicule et la terre. La norme est simplifiée en ce sens qu'une valeur de dégagement fixe est spécifiée pour un niveau de tension donné.

Dans la pratique, les pneus d'un véhicule sont conducteurs et il se produit des fuites considérables au niveau des pneus. En outre, une personne qui touche un véhicule est peu susceptible d'être adéquatement mise à la terre en raison de la résistance attribuable à ses chaussures et parce que les conditions parfaites de mise à la terre sont rarement réalisables. En pratique, le courant induit est inférieur au seuil de contraction tétanique de 5 mA (valeur «lâcher prise») que l'on retrouve dans la documentation technique.

Le dégagement est évalué de la façon suivante :

- Pour au plus 200 kV à la terre, l'augmentation habituelle pour une tension est de 0,01 m/kV.
- Pour plus de 200 kV à la terre, les dégagements en fonction de l'induction électrostatique sont basés sur un engin agricole de grandes dimensions mesurant 7,6 m de longueur, 2,4 m de largeur et 4,15 m de hauteur, et un tracteur semi-remorque mesurant 23,0 m de longueur, 2,6 m de largeur et 4,15 m de hauteur. Le calcul du contournement pour les véhicules à faible induction est basé sur une augmentation de 0,01 m/kV pour une tension supérieure à 200 kV. Le calcul de l'induction électrostatique est tiré du document «Field Effects of Overhead Transmission Lines and Stations».

En conditions d'exploitation normales, l'IEEE C95.6 exige que l'exposition maximale d'une personne à un champ électrique soit limitée à 10 kV/m. Cette limite a trait au confort plus qu'à la sécurité et on suppose que la ligne fonctionne normalement et n'est pas à sa flèche maximale, comme c'est le cas pour le tableau 2. Pour des tensions égales ou supérieures à 200 kV, le champ électrique dans les conditions de flèche maximale prescrites au tableau 2 peut dépasser 10 kV/m. On devrait envisager la possibilité d'augmenter le dégagement si les conditions normales d'exploitation de la ligne s'approchent des conditions maximales.

Tableau A.1
Surtensions de commutation pour les conducteurs des réseaux c.a.

(voir l'article A.5)

Tensions nominales de réseau, kV entre phases*	Tension phase-terre maximale, kV	Tension équivalente entre phases, kV	Coefficient de surtension de commutation	Crête de surtension de commutation, kV	Distance de contournement à la terre, mm
—	0,75	—	—	—	8
4, 8	5	8,7	4	—	72
12, 13,2	10	17,4	4	—	144
25	15	26	4	—	216
34	22	38	4	—	316
66, 69	50	87	4	283	718
115, 132	90	155	3	382	970
161	120	208	2,75	467	1185
230	150	260	2,75	583	1586
287, 300, 315	190	329	2,7	725	2129
345, 360	220	380	2,7	840	2566
400	250	433	2,7	954	3000
500	318	550	2,5	1122	3640
735	442	765	2,2	1374	4600

*Il peut y avoir plus d'une tension nominale.

ANNEXE F

Relevé de la hauteur des phases de la ligne électrique L-1695 entre les portiques 230 et 231

Effectué le 3 septembre 2014 par Hydro-Québec.
Heure : 14 h 30
Température : ensoleillé, 22° C, vent ouest / sud-ouest de 45 km/h.
Charge : négligeable, Hart Jaune en arrêt (2 turbines en arrêt sur trois)

Lectures prises à :

- 50 mètres du portique 231 (portée 231)
  - Phase droite : 9,52 m
  - Phase centre : 9,63 m
  - Phase gauche : 9,76 m

- 60 mètres du portique 231 (portée 231)
  - Phase droite : 9,35 m
  - Phase centre : 9,30 m
  - Phase gauche : 9,29 m

- 70 mètres du portique 231 (portée 231)
  - Phase droite : 9,06 m
  - Phase centre : 8,96 m
  - Phase gauche : 8,99 m

- 85 mètres du portique 231 (portée 231)
  - Phase droite : 8,89 m
  - Phase centre : 8,86 m
  - Phase gauche : 8,75 m

- 100 mètres du portique 231 (portée 231)
  - Phase droite : 9,04 m
  - Phase centre : 9,01 m
  - Phase gauche : 8,93 m

ANNEXE G

Références bibliographiques

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, et CONSEIL CANADIEN DES NORMES. *Réseaux aériens*, 9e édition, Mississauga, Ont., CSA, 2011, xii, 157 p. (CAN/CSA C22.3 no 1-10).

CANADA. ENVIRONNEMENT CANADA. *Rapport de données horaires pour le 11 août 2014 à Wabush, Terre-Neuve*, [En ligne], 2014. [http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=NL%20%20&StationID=51057&hlyRange=2013-02-12|2015-01-21&Year=2014&Month=8&Day=11] (Consulté le 12 septembre 2014).

JOHN DEERE. *Construction equipment, excavator, model no. 135C, RTS*, États-Unis, John Deere, [200?], 15 p. [http://fr.deere.ca/en_CA/docs/construction/non_current_products/excavators/DKAX135CRTS.pdf] (Consultée le 8 septembre 2014).

QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction, RLRQ, c. s-2.1, r. 4, à jour au 1er juillet 2014*, [En ligne], 2014. [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_2_1/S2_1R4.HTM] (Consulté le 1er décembre 2014).

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail, RLRQ, c. s-2.1, à jour au 1er décembre 2014*, [En ligne], 2014. [http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_1/S2_1.html] (Consulté le 1er décembre 2014).