

2017

Implantation du cadenassage des équipements mobiles dans le secteur municipal : étude exploratoire

Damien Burlet-Vienney
IRSST, damien.burlet-vienney@irsst.qc.ca

Yuvinn Chinniah
Polytechnique Montréal

Barthélemy Aucourt
Polytechnique Montréal

Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique>

Citation recommandée

Burlet-Vienney, D., Chinniah, Y. et Aucourt, B. (2017). *Implantation du cadenassage des équipements mobiles dans le secteur municipal : étude exploratoire* (Rapport n° R-975). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter pharesst@irsst.qc.ca.

Implantation du cadenassage des équipements mobiles dans le secteur municipal

Étude exploratoire

Damien Burlet-Vienney
Yuvin Chinniah
Barthélemy Aucourt

RAPPORTS
SCIENTIFIQUES

R-975



NOS RECHERCHES travaillent pour vous !

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes;

Assurer la diffusion des connaissances et jouer un rôle de référence scientifique et d'expertise;

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement :

- au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CNESST (preventionautravail.com)
- au bulletin électronique [InfoIRSST](#)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec
2017
ISBN : 978-2-89631-951-0
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
et de la valorisation de la recherche
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
juin 2017

Implantation du cadenassage des équipements mobiles dans le secteur municipal

Étude exploratoire

Damien Burlet-Vienney
IRSST

Yuvin Chinniah, Barthélemy Aucourt
Polytechnique Montréal

RAPPORTS
SCIENTIFIQUES

R-975



Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cliquez recherche



Cette publication
est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.



ÉVALUATION PAR DES PAIRS

Conformément aux politiques de l'IRSST, les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

L'équipe de recherche tient à remercier :

- la municipalité qui a accepté d'être accompagnée pendant plusieurs mois dans son processus d'implantation du cadenassage des équipements mobiles. Sans la participation intensive et la disponibilité de ce groupe de travail, la réalisation des travaux de recherche n'aurait pas été possible;
- toutes les municipalités et tous les organismes qui ont participé à cette activité de recherche;
- les membres du comité de suivi paritaire, mis en place par François Ouellet de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), qui ont participé aux orientations de la recherche et à la validation des résultats;
- Alexandre Boucher (IRSST) et Taha Belmekki (Polytechnique Montréal) pour leur apport lors de certaines phases du projet.

SOMMAIRE

Au Québec, selon l'article 188.2 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST), une procédure de cadenassage, ou à défaut « toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente » doit être appliquée lors des interventions hors production dans une zone dangereuse d'une machine. On entend par « interventions hors production » toutes les opérations s'apparentant à celles mentionnées dans l'article 188.2 du RSST. Le but de telles méthodes de travail est de maîtriser les énergies dangereuses associées à l'équipement afin d'éviter toute libération d'énergie intempestive, et donc toutes blessures subséquentes. Les obligations des établissements au Québec concernant le contrôle des énergies dangereuses lors d'interventions hors production ont été précisées, début 2016, par l'ajout des articles 188.1 à 188.13 au RSST.

La Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) a révélé qu'entre 2010 et 2014 près de 4 décès et 1000 accidents ont eu lieu en moyenne annuellement au Québec lors de travaux sur des machines où les énergies ont été mal ou non contrôlées. La plupart de ces accidents auraient pu être évités par l'application de mesures de prévention adéquates telles que le cadenassage ou une mesure équivalente. Les recherches précédentes de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) en cette matière indiquaient néanmoins que les organisations éprouvaient des difficultés lors de l'implantation du cadenassage (ex. : rédaction et application des procédures, audit).

Lors d'une étude précédente, il a été constaté que les équipements mobiles (c.-à-d. machines ou équipements autopropulsés, remorqués ou transportés) sont rarement pris en compte dans les programmes de cadenassage, bien qu'ils soient des sources potentielles d'accidents graves lors de phases hors production. Les obligations réglementaires vis-à-vis du contrôle des énergies dangereuses concernent les équipements mobiles au même titre que les équipements fixes. Ainsi, l'objectif principal de cette étude a été de suivre, d'évaluer et de réviser une démarche d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles en phase hors production dans le secteur municipal. Cette étude appliquée comporte un volet de mise en œuvre pratique.

Les résultats de cette recherche découlent (1) de l'analyse des accidents graves et mortels, (2) de l'analyse de la littérature, (3) de l'analyse des pratiques actuelles du secteur municipal et celles d'un fournisseur et (4) du suivi pendant 18 mois de l'atelier mécanique d'une municipalité lors de son processus d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles. Les problématiques identifiées ont été regroupées et discutées selon quatre thèmes : (1) la conscientisation des intervenants, (2) la gestion de projet pour l'implantation du cadenassage, (3) l'élaboration des procédures de cadenassage et (4) la gestion des interventions utilisant une méthode autre que le cadenassage.

L'analyse des accidents graves et mortels entre 2000 et 2013 a permis de répertorier, tous secteurs confondus, 56 décès au Québec sur des équipements mobiles lors d'une intervention hors production. Ce chiffre représente 7,6 % des rapports d'enquête d'accidents graves et mortels sur la période d'étude. Les interventions étaient pour la plupart improvisées par l'opérateur du véhicule (ex. intervention avec le moteur en marche) ou le mécanicien (ex. problème de calage). Les trois principaux types d'accidents (c.-à-d. chute d'équipement en élévation, pièce en mouvement et équipement mobile en mouvement) sont directement liés à un problème d'application de procédure de type « cadenassage ». La sensibilisation des gestionnaires, des

contremaîtres, des mécaniciens et des opérateurs d'équipements mobiles aux dangers lors des interventions hors production sur des équipements mobiles est ainsi primordiale.

La démarche d'implantation de la municipalité participante a été analysée selon le plan d'implantation en 11 étapes proposé par l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales » (APSAM). Les problématiques liées à la gestion du projet d'implantation du cadenassage ont été la disponibilité des ressources, l'ampleur du projet, la résistance aux changements et l'adhésion au projet.

Lors de l'application d'une procédure de cadenassage, le fait d'utiliser la clé d'ignition de l'équipement mobile n'est pas suffisant pour assurer les étapes d'isolement et de condamnation. Son utilisation ne remplace pas l'application d'un cadenas personnel pour deux raisons : les clés d'ignition n'agissent pas sur un dispositif d'isolement des énergies et elles ne sont pas uniques. Il s'agit plutôt d'une méthode alternative. Par ailleurs, l'utilisation d'une liste de contrôle générique à cocher avant l'intervention en lieu et place d'une procédure de cadenassage ne répond pas aux exigences réglementaires. Ainsi, les principaux éléments, qui sont susceptibles de changer les méthodes de travail actuelles des mécaniciens, sont le suivi d'une procédure de cadenassage spécifique, l'utilisation d'un cadenas personnel et la mise en place d'étiquettes d'information.

En ce qui a trait à l'élaboration des procédures de contrôle des énergies, une approche par équipement est proposée dans ce rapport. À la suite de l'inventaire des énergies dangereuses, des points de coupure et des interventions hors production associés à l'équipement, une procédure de cadenassage standard peut être rédigée. Il est ensuite recommandé de cibler les interventions sur l'équipement où un cadenassage standard n'est pas une solution adaptée. Parmi les situations particulières, il est possible de nommer les interventions ayant un besoin en énergie (ex. diagnostic), les interventions mineures de courte durée à l'atelier mécanique (ex. remplacement des essuie-glaces) et les interventions en continuité de production sur le terrain (ex. déblocage de la chute d'une souffleuse à neige). Ces interventions pourront faire l'objet d'une autre méthode de contrôle des énergies que le cadenassage (ex. arrêt sécuritaire) en se basant sur le manuel du fabricant, l'expérience des mécaniciens et une analyse de risque.

L'intégration des résultats et des discussions au plan d'implantation du cadenassage de l'APSAM a été proposée. Des recommandations concernant la formation professionnelle des opérateurs, des mécaniciens et des concepteurs d'équipements mobiles ont également été indiquées. Enfin, il a été suggéré que les fabricants et les fournisseurs d'équipements mobiles au Québec respectent les principes du RSST et de la norme CSA Z460-13, notamment concernant le contenu des manuels à l'intention des utilisateurs et l'intégration de dispositifs de coupure des énergies cadenassables conforme à la norme CEI 60204-1.

La diffusion des résultats de cette recherche contribuera (1) à outiller les organismes et les milieux désireux d'implanter le cadenassage sur leur parc d'équipements mobiles, (2) à outiller les organismes en matière de maîtrise des énergies dangereuses lors de l'achat d'un équipement mobile et (3) à sensibiliser les fournisseurs d'équipements mobiles au cadenassage.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	I
SOMMAIRE	III
TABLE DES MATIÈRES	V
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	XI
LISTE DES ACRONYMES, SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XIII
1 INTRODUCTION	1
1.1 Mise en contexte	1
1.1.1 Cadenassage et maîtrise des énergies dangereuses	1
1.1.2 Équipements mobiles	6
1.2 Problématique de SST liée aux interventions hors production sur des équipements mobiles	8
1.2.1 Problématique d’application du cadenassage	8
1.2.2 Accidents liés aux interventions hors production sur des équipements mobiles	10
1.2.3 Autres risques liés aux équipements mobiles	12
1.3 Organisation du rapport	12
2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	13
3 MÉTHODOLOGIE	15
3.1 Travaux exploratoires	15
3.1.1 Analyse des accidents du travail	15
3.1.2 Revue de la littérature	17
3.1.3 Données-terrains	17
3.2 Suivi d’un projet d’implantation du cadenassage des équipements mobiles dans une municipalité	19
3.2.1 Recrutement	19
3.2.2 Collaboration.....	20
3.2.3 Suivi et analyse de la démarche d’implantation	21
4 RÉSULTATS	23

4.1	Analyse des accidents mortels liés aux interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec	23
4.1.1	Période d'occurrence	23
4.1.2	Secteurs d'activité et type d'équipements.....	23
4.1.3	Types d'accidents.....	25
4.1.4	Activité de travail.....	26
4.2	Pratiques en usage relatives au cadenassage des équipements mobiles.....	27
4.2.1	Revue de la littérature	27
4.2.2	Pratiques actuelles pour le cadenassage des équipements mobiles dans le secteur municipal	33
4.2.3	Fabricants : Conception et manuel d'opération et de maintenance	40
4.3	Démarche d'implantation : suivi d'une municipalité.....	42
4.3.1	Démarrage de la démarche d'implantation du cadenassage des équipements mobiles	42
4.3.2	Détermination des besoins en matière de cadenassage.....	44
4.3.3	Processus d'élaboration des méthodes de cadenassage	44
4.3.4	Étapes subséquentes et difficultés rencontrées par les membres du comité paritaire.....	47
5	DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS.....	49
5.1	Synthèse des points à discuter.....	49
5.2	Problématiques organisationnelles et techniques	50
5.2.1	Conscientisation des intervenants	50
5.2.2	Gestion de projet pour l'implantation du cadenassage	51
5.2.3	Procédures de cadenassage	52
5.2.4	Autres méthodes de contrôle des énergies	60
5.3	Recommandations.....	61
5.3.1	Démarche d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles	62
5.3.2	Formations professionnelles	63
5.3.3	Conception des équipements mobiles.....	64
6	CONCLUSION.....	67
	RÉFÉRENCES.....	69
	ANNEXE A – ACCIDENTS GRAVES ASSOCIÉS À DES ÉQUIPEMENTS MOBILES EN MARCHÉ DANS LE SECTEUR DES AFFAIRES MUNICIPALES ENTRE 1985 ET 2009 AU QUÉBEC	75

ANNEXE B – QUESTIONNAIRE SUR L’IMPLANTATION DU CADENASSAGE POUR LES ÉQUIPEMENTS MOBILES UTILISÉ LORS DES VISITES EXPLORATOIRES DANS LE SECTEUR MUNICIPAL.....	77
ANNEXE C – EXEMPLE DE PROCÉDURE DE CADENASSAGE ISSUE DE L’ÉTABLISSEMENT A.....	85
ANNEXE D – PHOTOS ISSUES DE L’ÉTABLISSEMENT C.....	87
ANNEXE E – LISTE DES ÉQUIPEMENTS MOBILES DE LA MUNICIPALITÉ PARTICIPANTE ET INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LES ÉQUIPEMENTS MOBILES PILOTES	89
ANNEXE F – GRILLE D’INVENTAIRE : ANALYSE DES BESOINS POUR LE CADENASSAGE DU CAMION ÉPANDEUR D’ABRASIFS	93
ANNEXE G – PREMIÈRE ÉBAUCHE DE LA PROCÉDURE DE CADENASSAGE POUR LES MÉCANICIENS	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Accidents causés entre 2010 et 2014 au Québec par un dégagement intempestif d'une source d'énergie et indemnisés par la CNESST (CNESST, 2015).....	2
Tableau 2 :	Thèmes abordés dans les articles du RSST concernant le cadenassage et compléments d'information dans la norme canadienne CSA Z460-13	5
Tableau 3 :	Définitions disponibles sur le concept d'équipement mobile	7
Tableau 4 :	Profil général des trois établissements visités au regard du cadenassage des équipements mobiles.....	18
Tableau 5 :	Rencontres avec l'équipe de la municipalité suivie sur une période de 18 mois...21	
Tableau 6 :	Nombre d'accidentés liés à des équipements mobiles en phase hors production au Québec sur la période 2000-2013, présentés par secteur d'activité et par type d'équipement.....	24
Tableau 7 :	Nombre d'accidentés liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec sur la période 2000-2013, présentés par type d'accident	25
Tableau 8 :	Nombre d'accidentés liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec pour la période 2000-2013 en fonction de l'activité, du lieu et de la fonction du travailleur	26
Tableau 9 :	Comparaison des étapes contenues dans les procédures génériques de cadenassage sur les équipements mobiles dans la littérature.....	28
Tableau 10 :	Principales phases de l'arrêt sécuritaire d'un équipement mobile.....	29
Tableau 11 :	Implantation du cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités	34
Tableau 12 :	Inventaire des équipements mobiles et des interventions relatives au cadenassage dans les trois établissements visités	35
Tableau 13 :	Application des principales étapes d'une procédure de cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités	36
Tableau 14 :	Gestion du matériel et des procédures de cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités	37
Tableau 15 :	Retour d'expérience sur le cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités	39
Tableau 16 :	Description des deux types de procédures de cadenassage choisis	45
Tableau 17 :	Questions en suspens et pistes de réflexion	46
Tableau 18 :	Difficultés de gestion de projet rencontrées par la municipalité participante.....	48
Tableau 19 :	Principaux points d'intérêt en lien avec l'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles.....	49

Tableau 20 :	Éléments de réflexion en lien avec l'utilisation de la clé d'ignition ou d'un coupe-batterie pour les étapes d'isolement et de condamnation d'une procédure de cadenassage sur un équipement mobile	54
Tableau 21 :	Éléments de réflexion en lien avec l'utilisation d'une procédure spécifique de cadenassage ou d'une liste de vérification générique pour les équipements mobiles	57
Tableau 22 :	Description des accidents graves associés à des équipements mobiles en marche dans le secteur des affaires municipales entre 1985 et 2009 au Québec (CNESST, 2016)	75
Tableau 23 :	Questionnaire sur l'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles utilisé lors des visites exploratoires dans le secteur municipal.....	77
Tableau 24 :	Liste des équipements mobiles de la municipalité partenaire.....	89
Tableau 25 :	Inventaire des énergies dangereuses et des points de coupure associés pour le camion épandeur d'abrasif	94
Tableau 26 :	Première ébauche de la procédure de cadenassage pour les mécaniciens	95

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Structure et logique du RSST concernant la section sur le cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies.....	4
Figure 2 :	Contenu d'un programme de cadenassage (Burllet-Vienney et coll., 2009).	6
Figure 3 :	Démarche de l'ensemble des travaux de recherche.	15
Figure 4 :	Nombre annuel de rapports d'accidents liés aux équipements mobiles entre 2000 et 2013 au Québec.....	16
Figure 5 :	(a) et (b) coupe-batteries rotatifs non cadenassables sans ajout d'accessoire, (c) coupe-batterie à clé cadenassable à l'aide d'une barrure.	40
Figure 6 :	(a) Camion épandeur, (b) chargeuse équipée d'une table de soufflage, (c) surfaceuse à glace.	44
Figure 7 :	Démarche à suivre pour l'élaboration des procédures de cadenassage pour les équipements mobiles.....	58
Figure 8 :	Exemple de procédure de cadenassage élaborée par l'établissement A pour un véhicule utilitaire (1/2).....	85
Figure 9 :	Exemple de procédure de cadenassage élaborée par l'établissement A pour un véhicule utilitaire (2/2).....	86
Figure 10 :	Calage de la flèche avant de la chargeuse.....	87
Figure 11 :	Calage d'une roue de la chargeuse.....	87
Figure 12 :	Coupe-batterie cadenassable de la chargeuse prêt à recevoir un morillon et les cadenas personnels de tous les intervenants.	88

LISTE DES ACRONYMES, SIGLES ET ABRÉVIATIONS

APSAM	Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales »
CNESST	Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (anciennement CSST)
CSA	Canadian Standards Association
CSTC	Code de sécurité pour les travaux de la construction
ÉPI	Équipement de protection individuelle
EPICEA	Étude de prévention par l'informatisation des comptes rendus d'enquêtes d'accident du travail
IAAP	Illinois Association of Aggregate Producers
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PTO	Prise de force (power take-off)
RH	Ressources humaines
RSST	Règlement sur la santé et la sécurité du travail
RSSTAF	Règlement sur la santé et la sécurité dans les travaux d'aménagement forestier
SST	Santé et sécurité du travail
TP	Travaux publics

1 INTRODUCTION

Pour favoriser l'avancement des connaissances sur le cadenassage et soutenir le plan d'action de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST), une thématique de recherche sur le cadenassage a été élaborée et mise en œuvre par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) :

- Étude 1 : Analyse comparative des procédures et programmes de cadenassage appliqués aux machines industrielles (Chinniah et coll., 2008).
 - o Valorisation : Grille d'analyse d'un programme de cadenassage (Burllet-Vienney et coll., 2009).
- Étude 2 : Développement d'un outil d'observation et de suivi des procédures de cadenassage sur une presse à injection – Étude de faisabilité (Chinniah et coll., 2009).
- Étude 3 : Secteur des affaires municipales au Québec – Étude exploratoire sur le cadenassage (Chinniah et coll., 2012).
- Étude 4 : Suivi, évaluation et révision d'une démarche d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles dans le secteur municipal (présente étude).
- Étude 5 : Étude sur la pratique du cadenassage sur des machines (autorisée).

Les travaux de recherche menés dans le cadre de la présente étude portent sur la question de la sécurité des intervenants lors des opérations hors production¹ sur les équipements mobiles. Dans un premier temps, sont définis (i) les exigences liées à la maîtrise des énergies dangereuses lors des opérations hors production (sous-section 1.1.1) et (ii) le concept d'équipements mobiles (sous-section 1.1.2). Par la suite, la problématique de santé et de sécurité du travail (SST) liée aux interventions hors production sur des équipements mobiles est présentée (sous-section 1.2).

1.1 Mise en contexte

1.1.1 Cadenassage et maîtrise des énergies dangereuses

Dans son rapport annuel de gestion 2014, la CNESST a révélé qu'au Québec, en 2014, 3 244 lésions ont été causées par des accidents reliés à des machines, et ce, quelle que soit l'activité de travail en cours. Les accidents liés à l'usage d'une machine sont associés à 3,7 % des lésions rapportés dans les établissements en 2014 (CNESST, 2015). La CNESST a révélé qu'entre 2010 et 2014 près de 4 décès et 1000 accidents ont lieu en moyenne annuellement lors de travaux sur des machines où les énergies ont été mal ou non contrôlées (tableau 1). Ces lésions ont entraîné des débours annuels de près de 11 millions de dollars et une perte de 80 jours en moyenne par accident.

¹ On entend par « interventions hors production » toutes les opérations s'apparentant à celles mentionnées dans l'article 188.2 du RSST pour lesquelles le cadenassage s'applique: montage, installation, ajustement, inspection, décoinçage, réglage, mise hors d'usage, entretien, désassemblage, nettoyage, maintenance, remise à neuf, réparation, modification ou déblocage (Gouvernement du Québec, 2016a).

Tableau 1 : Accidents causés entre 2010 et 2014 au Québec par un dégagement intempestif d'une source d'énergie et indemnisés par la CNESST (CNESST, 2015)

Année	N ^{bre} accidents acceptés	N ^{bre} accidents mortels	Débours ¹	Jour moyen ²
2010	955	3	14 032 163 \$	103
2011	972	4	13 899 592 \$	105
2012*	980	6	11 266 798 \$	80
2013*	929	2	9 847 712 \$	71
2014*	807	3	4 435 682 \$	42
Total	4643	18	53 481 947 \$ ³	---
Moy.	929	3,6	10 696 389 \$ ³	80

¹ Coûts des lésions professionnelles acceptées par la CNESST

² Nombre moyen de jours perdus pour les accidents de travail avec indemnités de remplacement du revenu

³ Chiffres corrigés par rapport au document source avec l'accord des auteurs

* Les données sur les coûts et les jours perdus n'ont pas l'état de maturité suffisant pour fins de comparaison

Selon Bernard et coll. (2016), « la plupart de ces accidents pourraient être évités par l'application de mesures de prévention adéquates telles que le cadenassage ». Au Québec, l'article 188.2 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) stipule que :

« Avant d'entreprendre dans la zone dangereuse d'une machine tout travail, notamment de montage, d'installation, d'ajustement, d'inspection, de décoincage, de réglage, de mise hors d'usage, d'entretien, de désassemblage, de nettoyage, de maintenance, de remise à neuf, de réparation, de modification ou de déblocage, le cadenassage ou, à défaut, toute autre méthode qui assure une sécurité équivalente doit être appliqué conformément à la présente sous-section. » (Gouvernement du Québec, 2016a)

Ainsi, au Québec, lors d'interventions hors production dans une zone dangereuse d'une machine ou d'un équipement, une procédure de cadenassage doit être appliquée ou, à défaut, une autre méthode qui assure une sécurité équivalente. Le but de telles méthodes de travail est de maîtriser les énergies dangereuses (ex. : électrique, mécanique, hydraulique, pneumatique, chimique, thermique) associées à l'équipement afin d'éviter toute libération d'énergie intempestive, et donc toutes blessures subséquentes (ex. : électrocution, écrasement, noyade). Le cadenassage, qui est la méthode de base, est défini comme étant « une méthode de contrôle des énergies visant l'installation d'un cadenas à clé unique sur un dispositif d'isolement d'une source d'énergie ou sur un autre dispositif permettant de contrôler les énergies telle une boîte de cadenassage » (Gouvernement du Québec, 2016a). Cette technique impose les actions suivantes :

1. « la désactivation et l'arrêt complet de la machine;
2. l'élimination ou, si cela est impossible, le contrôle de toute source d'énergie résiduelle ou emmagasinée;
3. le cadenassage des points de coupure des sources d'énergie de la machine;

4. la vérification du cadenassage par l'utilisation d'une ou de plusieurs techniques permettant d'atteindre le niveau d'efficacité le plus élevé;
5. le décadenassage et la remise en marche de la machine en toute sécurité. » (Gouvernement du Québec, art. 188.7, 2016a)

La troisième étape consiste notamment à ce que chaque intervenant appose son cadenas sur chaque point de coupure des sources d'énergie. Cette étape est aussi appelée étape de condamnation².

Les obligations des établissements au Québec concernant le contrôle des énergies lors d'interventions hors production ont été modifiées et renforcées dans le RSST en janvier 2016 (Gouvernement du Québec, 2016a). À cet effet, la CNESST a publié un guide d'information (Bernard et coll., 2016). Des points additionnels, en adéquation avec les règles de l'art de la norme canadienne CSA Z460-13 sur le contrôle des énergies dangereuses y ont été incorporés (CSA, 2013). Ainsi, les articles 188.1 à 188.13 du RSST, dont la structure et la logique sont expliquées à la figure 1, remplacent l'article 185 qui a été abrogé. L'article 189.1 prend la relève de l'article 186 sur les dispositifs de commande spécifiques lorsqu'une machine doit demeurer, en totalité ou en partie, en marche lors de certaines interventions hors production. À noter que le Code de sécurité pour les travaux de la construction (CSTC) a également été bonifié début 2016 (s.2.20) avec des exigences similaires au RSST.

Le champ d'application de cette section du RSST (art. 188.2 et 188.13) ainsi que les définitions de base (art. 188.1) sont désormais explicites. L'un des principaux changements dans la logique d'application du règlement est l'introduction de la notion d'« une méthode de contrôle des énergies autre que le cadenassage » à l'article 188.4. Le cadenassage n'est plus la seule méthode autorisée pour le contrôle des énergies lors d'interventions hors production. D'ailleurs, la norme CSA Z460-13 prévoit que « la méthode classique de cadenassage à un niveau d'énergie zéro ne peut pas être mise en pratique dans toutes les situations. Lorsque le cadenassage touche des interventions qui sont conçues de manière à faire partie intégrante du processus de production ou que le cadenassage classique empêche l'exécution de tâches particulières, d'autres méthodes de maîtrise des énergies dangereuses doivent être mises en application » (CSA, 2013). À défaut du cadenassage (c.-à-d. si le cadenassage n'est pas applicable), une autre méthode de contrôle des énergies peut être déterminée dans la mesure où le niveau de sécurité de la méthode alternative utilisée est jugé équivalent par une analyse réalisée par une personne compétente.

² Le terme « condamnation » sera utilisé dans la suite du rapport afin de faire la distinction entre le cadenassage en général et l'étape de cadenassage des points de coupure.

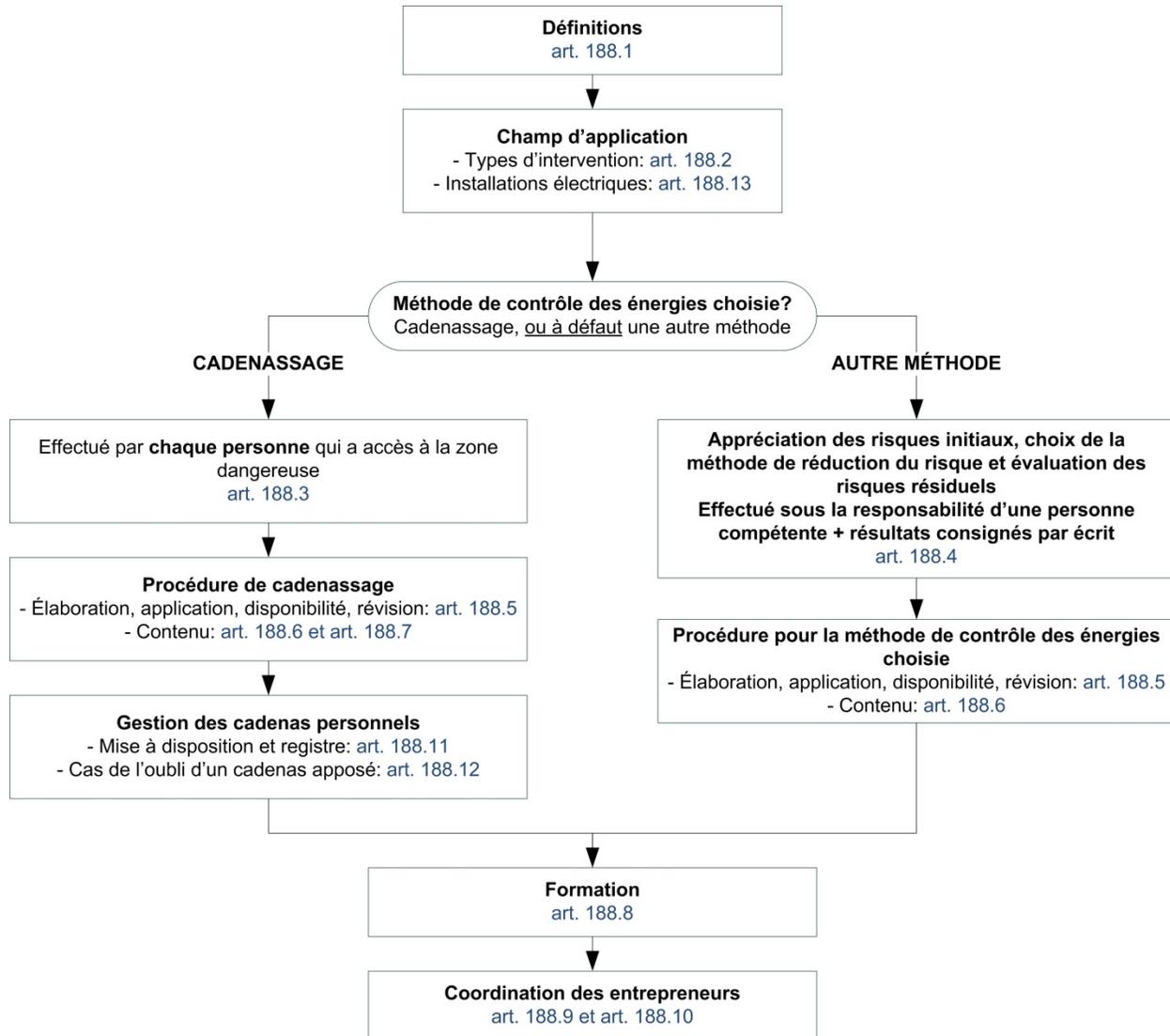


Figure 1 : Structure et logique du RSST concernant la section sur le cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies.

L'analyse de risque décrite dans l'article 188.4 consiste à : (1) caractériser la machine, (2) identifier les risques pour la santé et la sécurité, (3) estimer la fréquence et la gravité des lésions professionnelles potentielles pour chaque risque identifié, (4) décrire les mesures de prévention applicables et évaluer les risques résiduels. Le choix de la méthode de réduction du risque alternative doit se faire en considérant les mesures de prévention dans l'ordre suivant :

1. réduction du risque par le biais de la conception;
2. réduction du risque par une protection ou des mesures de protection (ex. : protecteur, dispositif électro-sensible, dispositif à clé retenue);
3. réduction du risque par le biais de contrôles administratifs et d'autres mesures (ex. : équipement de protection individuelle (ÉPI), avertissement).

Dans le cas du cadenassage ou d'une autre méthode de contrôle des énergies, une procédure³ doit détailler pour chaque intervention des éléments tels que : la machine, la personne responsable, les dispositifs de commande, les points de coupure d'énergie, le matériel nécessaire, les étapes à suivre, les mesures permettant d'assurer la continuité de l'application de la méthode de contrôle des énergies et les mesures particulières (art.188.6 et 188.7). Il devient également obligatoire de réviser périodiquement les procédures utilisées (art. 188.5). Les procédures doivent être accessibles (ex. : copie papier, plastifiée sur la machine, version électronique). Les autres ajouts au RSST sont, entre autres, la responsabilité de l'employeur de veiller à la formation des personnes concernées (art. 188.8), la coordination formelle des entrepreneurs ou services externes qui interviennent sur les installations d'un établissement (art. 188.9 et 188.10), ainsi que la fourniture et le suivi des cadenas personnels (art. 188.11) et la gestion en cas d'oubli d'un cadenas apposé (art. 188.12). Enfin, il ne faut pas oublier l'article 19 du RSST qui mentionne que la disposition de la machine doit offrir le dégagement nécessaire à son entretien, et l'article 323 qui exige un périmètre de sécurité autour de la machine pour protéger toute personne susceptible d'être exposée à un danger lors de travaux de maintenance ou de réparation.

À titre indicatif, les sections de la norme CSA Z460-13 complémentaires aux articles du RSST sont proposées au tableau 2. Il faut souligner qu'il existe quelques différences entre les deux documents (ex. contenu des fiches) et que le règlement est la référence du législateur.

Tableau 2 : Thèmes abordés dans les articles du RSST concernant le cadenassage et compléments d'information dans la norme canadienne CSA Z460-13

Thème du RSST	Article du RSST	Complément d'information dans la CSA Z460-13
Définition	Art. 188.1	chap.3 Définition
Champ d'application	Art. 188.2 et 188.13	chap.1 Domaine d'application
Intervenant	Art. 188.3	s.7.3.3.8 Installation des dispositifs de cadenassage s.7.3.7 Processus de cadenassage reconnu
Méthode alternative	Art. 188.4	s.7.2 Méthode de maîtrise s.7.4 Autres méthodes de maîtrise des énergies dangereuses
Procédure en place	Art. 188.5	s.7.3.2.3 Fiches de maîtrise des énergies dangereuses
Contenu des procédures	Art. 188.6 et 188.7	s.7.3.2.4 Éléments des fiches de cadenassage s.5.2 Dispositifs d'isolement des sources d'énergie chap.6 Identification des tâches et des phénomènes dangereux
Formation	Art. 188.8	s.7.5 Communication et formation
Employeur ou travailleur autonome	Art. 188.9 et 188.10	s.7.3.6 Personnel d'un service externe
Registre des cadenas	Art. 188.11	s.7.3.2.6 Dispositifs et matériels de cadenassage connexe
Oubli d'un cadenas	Art. 188.12	s.7.3.5 Retrait des dispositifs de cadenassage et des étiquettes en l'absence de la personne autorisée

Art. : article; chap. : chapitre; s. : section

La mise en place d'un système de cadenassage ou de contrôle des énergies dangereuses passe en général par l'élaboration d'un programme qui décrit, par écrit, la politique de l'entreprise en

³ Procédure de cadenassage ou fiche de cadenassage, ces deux termes sont équivalents dans le RSST.

matière de cadenassage. En se basant sur la norme CSA Z460-06, Burlet-Vienney et coll. (2009) ont illustré les éléments que devrait contenir un programme de cadenassage (figure 2).

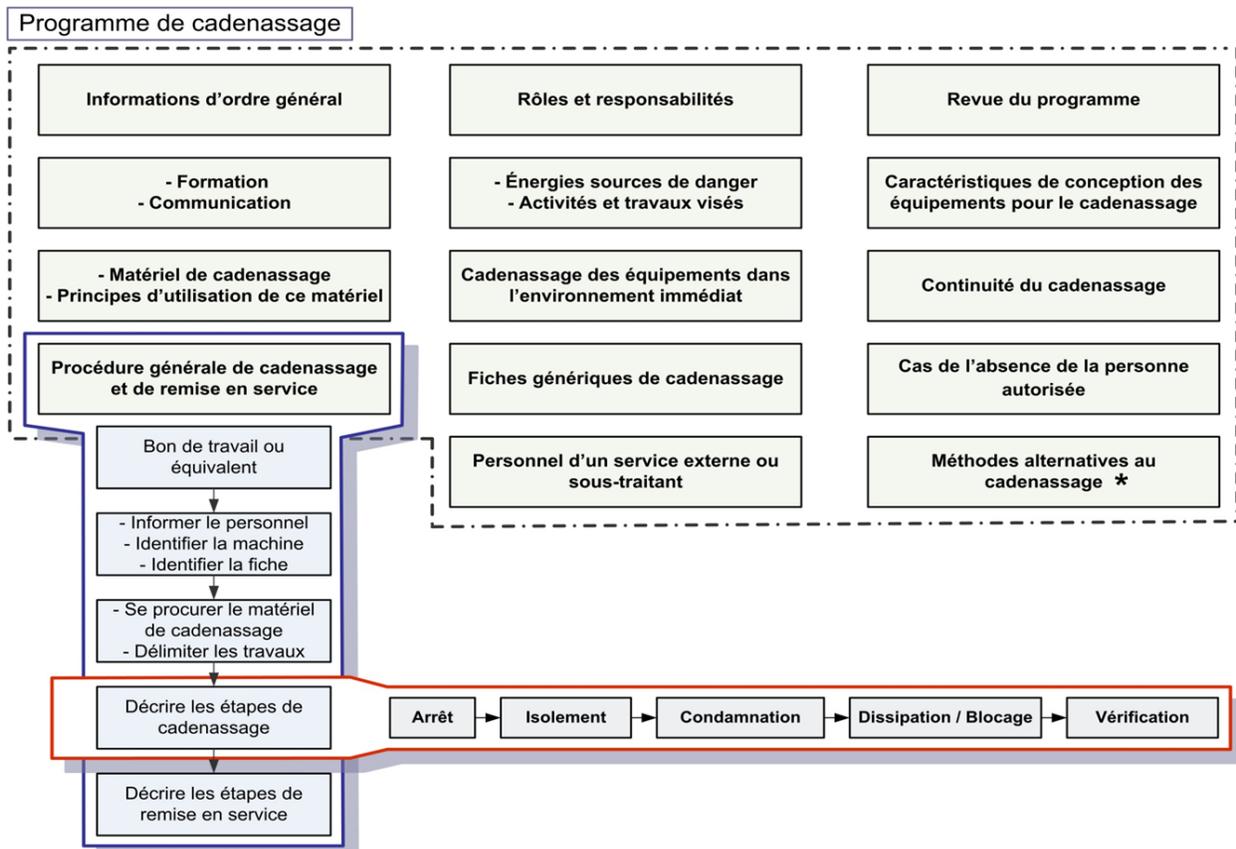


Figure 2 : Contenu d'un programme de cadenassage (Burlet-Vienney et coll., 2009).

Par ailleurs, il existe au Québec un certain nombre de guides sur le cadenassage. Ces guides fournissent notamment des informations sur l'implantation d'un système de maîtrise des énergies dangereuses (Ross, 2016; Guénette, 2015).

1.1.2 Équipements mobiles

1.1.2.1 Concept

Le concept d'équipement mobile ⁴ n'est pas directement défini dans le RSST ou la norme CSA Z460-13. Ainsi, le tableau 3 fournit des exemples de définitions sur des concepts proches.

⁴ Le terme « équipement mobile » est équivalent ici aux termes « unité mobile » et « machine mobile » qui sont également utilisés sur le terrain. À noter qu'une définition d'un équipement mobile est proposée par la suite.

Tableau 3 : Définitions disponibles sur le concept d'équipement mobile

Terme	Origine	Définition
Véhicule automoteur	RSST, art. 1	« Tout véhicule à moteur monté sur roues, sur chenilles ou sur rails servant à transporter des objets ou des matériaux, ou à tirer ou pousser des remorques ou des matériaux, à l'exception d'un véhicule tout terrain et d'un appareil de levage ». (Gouvernement du Québec, 2016a)
Véhicule-outil	Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)	Véhicule routier, autre qu'un véhicule monté sur un châssis de camion, fabriqué pour effectuer un travail et dont le poste de travail est intégré au poste de conduite du véhicule. Un châssis de camion est un cadre muni de l'ensemble des composantes mécaniques qui doivent se trouver sur un véhicule routier fabriqué pour le transport de personnes, de marchandises ou d'un équipement (Gouvernement du Québec, 2016c).
Machine présentant des dangers dus à sa mobilité	Directive machine européenne	Machine dont le fonctionnement exige soit la mobilité pendant le travail, soit un déplacement continu ou semi-continu suivant une succession de postes de travail fixes, ou machine qui fonctionne sans déplacement, mais qui peut être munie de moyens permettant de la déplacer plus facilement d'un endroit à un autre. L'opérateur chargé du déplacement de la machine peut soit être transporté par la machine, soit accompagner la machine à pied, soit la guider par commande à distance (Parlement européen et du conseil, 2006).

En se basant sur ces définitions, sur les échanges avec le comité de suivi paritaire⁵ et sur la réalité du terrain, les équipements mobiles sont définis dans ce rapport comme des machines ou équipements autopropulsés, remorqués ou transportés (sont exclus les équipements fixes et les outils portatifs). Cela inclut les chargeuses, les chariots élévateurs, les souffleuses, les déneigeuses, les camions-bennes, les grues mobiles, les tracteurs, les nacelles, les épandeurs, les surfaceuses, etc. L'objectif de cette définition n'est pas de créer des critères d'inclusion ou d'exclusion, mais plutôt de mettre l'accent sur un type de machines qui possède des caractéristiques communes.

Les équipements mobiles sont présents dans la quasi-totalité des secteurs d'activité économique (ex. : manufacturier, construction, mines, agriculture, exploitation forestière). Les interventions hors production exposent les travailleurs à des phénomènes dangereux principalement d'ordre :

- Mécanique : démarrage inopiné du véhicule, pièce en mouvement/en rotation entraînée par le moteur du véhicule tel que la prise de force (PTO), etc.;
- Électrique : batterie, génératrice, condensateur;
- Hydraulique : ensemble des éléments sous-pression tels qu'une pompe hydraulique entraînée par le moteur du véhicule, les vérins, les moteurs hydrauliques, les distributeurs, les accumulateurs, les flexibles, etc.;
- Gravitationnel : accessoires placés en hauteur tels qu'un godet, véhicule dans une pente;

⁵ Groupe de travail qui accompagne l'équipe de recherche tout au long du projet. Les membres du groupe commentent les résultats de recherche et fournissent des informations complémentaires lorsque nécessaire. Ce groupe de travail était constitué de représentants d'associations sectorielles, de municipalités et de la CNESST.

- Thermique : parties échauffées de l'équipement telles que le moteur, les échappements, les vérins;
- Pneumatique : ensemble des éléments sous-pression tels les compresseurs, les pneus;
- Chimique : acide de la batterie, graisse, huile, etc.

1.1.2.2 Application du RSST aux équipements mobiles

Les obligations réglementaires relatives au contrôle des énergies dangereuses expliquées à la sous-section 1.1.1 concernent toutes les machines ⁶, dont les équipements mobiles. Ce point a été confirmé officiellement par la CNESST au cours d'une rencontre de travail tenue le 1^{er} avril 2016. Les dispositions spécifiques prévues aux articles 245 et 272 du RSST (c.-à-d. entretien des appareils de levage et des véhicules automoteurs conformément aux instructions du fabricant ou à des normes offrant une sécurité équivalente) sont complémentaires aux dispositions des articles 188.1 à 188.13. Si le cadenassage n'est pas la procédure la plus adaptée pour l'intervention à effectuer, une autre méthode de contrôle des énergies peut être utilisée en se basant notamment sur le manuel du fabricant, l'expérience des mécaniciens et une analyse du risque.

Il est à noter que le domaine de la foresterie est soumis à des obligations réglementaires spécifiques concernant le contrôle des énergies dangereuses lors des travaux d'entretien et de réparation sur les machines mobiles forestières, par l'intermédiaire des articles 40 à 43 du Règlement sur la santé et la sécurité dans les travaux d'aménagement forestier (RSSTAF) (Gouvernement du Québec, 2016d). Les articles 40 et 42 font notamment référence au blocage de pièces en position fixe et l'article 41, à une procédure de cadenassage pour les têtes des abatteuses mécanisées.

1.2 Problématique de SST liée aux interventions hors production sur des équipements mobiles

Cette sous-section soulève les problèmes d'application du cadenassage notamment pour les équipements mobiles. Des statistiques d'accidents sont données afin d'illustrer les risques pour les intervenants et l'importance de telles méthodes de travail.

1.2.1 Problématique d'application du cadenassage

D'après une étude couvrant les accidents graves et mortels liés à des pièces en mouvement sur des machines industrielles (équipements fixes) survenus au Québec entre 1990 et 2011, le cadenassage n'est pas toujours utilisé lorsque cela devrait être le cas (Chinniah, 2015). L'analyse de 106 rapports d'accidents graves et mortels de la CNESST fait ressortir que près de 80 % des accidents sont survenus lors d'une activité régie par l'article 188.2 du RSST.

⁶ En l'absence de définition dans la réglementation québécoise, le dictionnaire définit une machine comme un « appareil ou ensemble d'appareils capable d'effectuer un certain travail ou de remplir une certaine fonction, soit sous la conduite d'un opérateur, soit d'une manière autonome. » (Larousse, 2016).

Les précédentes recherches dans le cadre de la thématique sur le cadenassage de l'IRSST indiquent également que les entreprises semblent éprouver des difficultés lors de l'implantation de cette méthode :

- Selon Chinniah et coll. (2008), malgré l'obligation réglementaire d'appliquer le cadenassage durant les activités de maintenance, de réparation et de déblocage, seulement 14 % des petites entreprises, 41 % des moyennes entreprises et 29 % des grandes entreprises parmi la trentaine d'entreprises rencontrées en 2008 affirmaient appliquer le cadenassage pour effectuer ces activités.
- Selon Chinniah et coll. (2012), le cadenassage était en phase d'implantation dans le secteur des affaires municipales au Québec en 2012. Des difficultés techniques ont été rapportées dans ce secteur telles que les vannes de rues difficilement cadenassables à cause d'un manque de standardisation, de la présence de glace et de l'absence de repère pour déterminer si les vannes sont ouvertes ou fermées.

D'autres lacunes dans l'application du cadenassage ont été observées au cours d'une étude dans le secteur des scieries au Québec (Poisson et Chinniah, 2015, 2016). Les difficultés, ou lacunes, qui ont été identifiées sont notamment :

- l'étape de vérification de l'absence d'énergie n'est pas toujours effectuée;
- la remise en service est effectuée sans vérification préalable de l'absence de travailleurs dans la zone dangereuse;
- les procédures de cadenassage ne sont pas utilisées par les travailleurs, surtout lorsqu'il n'y a qu'une ou deux sources d'énergie à isoler;
- le manque d'audit du cadenassage, ce qui peut expliquer les déviations par rapport aux procédures écrites.

D'autres publications démontrent que le cadenassage n'est pas toujours appliqué en entreprises :

- Aux États-Unis, une étude de Parker et coll. (2016), où 160 entreprises ont été évaluées sur leur performance concernant le cadenassage, a démontré que seulement 8 % d'entre elles se conformaient aux procédures de cadenassage au début du processus d'évaluation;
- L'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) a recensé pour la seule année 2000, 4149 violations de son règlement OSHA 1910.147 sur l'application des procédures de cadenassage. Le tiers des violations au règlement concernait l'absence de programme et/ou de procédure de cadenassage dans l'entreprise (Mutawe, 2002; U.S. Department of Labor, 1989). Plus récemment, en 2005, le cadenassage était la 5e catégorie la plus citée par l'OSHA dans ses rapports et 90 % de ces citations étaient, là aussi, dues à une absence de cadenassage (U.S. Department of Labor, 2005);
- Toujours aux États-Unis, Bulzachel et coll. (2008) ont analysé 592 rapports d'accident liés au cadenassage ayant eu lieu aux États-Unis, entre 1984 et 1997, 1997 étant la dernière année pour laquelle étaient disponibles des rapports électroniques dans la base de données de l'Integrated Management Information System de l'OSHA. Dans près de 60 % des cas, aucun cadenassage n'était effectué.

- En France, l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) a conduit une analyse d'accidents mortels hors production survenus entre 1998 et 2007 (Blaise et Welitz, 2010). En classant les accidents par facteur de risque (humain, technique, organisationnel), l'INRS a conclu que 69 % des accidents sont dus à un problème de type organisationnel. Le facteur de risque organisationnel correspond principalement au respect des procédures, en particulier celles de cadenassage.
- Une autre publication au Royaume-Uni montre que l'absence de cadenassage est un facteur important dans les accidents machines (Shaw, 2010). Selon cette étude, environ 30 % des accidents analysés auraient pu être évités si la machine avait été correctement isolée de ses sources d'énergie. En effet, l'isolement des sources d'énergie est la première catégorie en cause (33,9 %) devant la Conception (21,4 %), l'Action de l'opérateur (14,3 %), le Système de protection rendu inefficace (12,4 %), etc.

1.2.2 Accidents liés aux interventions hors production sur des équipements mobiles

Selon les bases de données de la CNESST, au Québec entre 2004 et 2010, en excluant les accidents routiers⁷, les équipements mobiles⁸ ont causé en moyenne chaque année 273 lésions avec perte de temps indemnisée, pour un total de 26 411 jours indemnisés et de 2,8 millions de dollars de débours. Le secteur d'activité « Administration publique » représente 6,6 % de ces lésions au cours de cette période (CNESST, 2013).

Dans la littérature, de nombreuses statistiques d'accidents mettant en cause des équipements mobiles, notamment par secteur d'activité et par type d'équipement. La machinerie mobile a été identifiée comme une source de danger importante dans plusieurs pays. Quelques données sont présentées ci-après :

- Aux États-Unis, au cours de la période 1992-2010, les machines les plus dangereuses par secteur d'activité ont été: (1) les tracteurs pour les secteurs agricoles, forestiers et de la pêche, (2) les machines d'excavation dans le secteur de la construction, (3) les chariots élévateurs dans plusieurs autres industries (Marsh et coll., 2015). Ce sont tous des équipements mobiles. Selon les chercheurs, le déclin plus lent des incidents impliquant des engins mobiles aux États-Unis indique la nécessité d'intensifier les efforts pour minimiser les dangers associés aux tracteurs, aux excavatrices, aux chariots élévateurs et autres machines mobiles.
- En Australie, en 2014, 116 des 188 décès au travail (61 %) ont impliqué un équipement mobile ou un véhicule (Safe Work Australia, 2015).
- En Irlande, dans le secteur agricole, 50 % des décès ont été causés par des tracteurs ou de la machinerie (Health and Safety Authority, 2015).

⁷ Une lésion est considérée comme étant un accident routier si le code CNESST du genre d'accident est l'un des suivants : 40 000 à 41 900, 42 000 à 42 200 (sauf pour les agents causaux 85 000 à 85 900), 43 000 (sauf pour les agents causaux 85 000 à 85 900), 43 100 à 43 200, 43 300 (sauf pour les agents causaux 85 000 à 85 900), 44 200, 49 000.

⁸ Le code CNESST de l'agent causal de la lésion doit être l'un des suivants : 30 000 à 31 900, 31 990 à 32 300, 32 330 à 32 340, 32 360, 32 380 à 32 910, 32 930 à 32 990, 34 340, 34 500, 34 590, 39 940 à 39 960, 39 991, 82 500 à 82 900, 84 000 à 85 900, 87 900 à 88 400, 88 600 à 89 000.

- En Suède, entre 1988 et 1997, toujours dans le secteur agricole, les tracteurs ont été directement ou indirectement concernés dans 36 % des accidents mortels (Thelin, 2002).
- Au Canada, dans la province de l'Ontario, entre 1990 et 2008, 44 % de l'ensemble des décès au travail dans le secteur agricole ont été dus à un tracteur (ex. : écrasement, retournement, coincement) (Canadian Agricultural Injury Reporting, 2011).
- Au Québec, dans le secteur de la foresterie, plusieurs accidents mortels ont été répertoriés lors d'opérations de maintenance sur des machines d'abattage au cours des années 2000 (Giraud et coll., 2008).
- Aux États-Unis, dans le domaine de la construction, entre 1992 et 2007, les tombereaux ont causé 829 accidents mortels. Huit pour cent des travailleurs sont décédés durant des opérations de maintenance, dont 34 % après avoir été frappés ou écrasés par une partie mobile du véhicule (McCann, 2011). L'application de procédures de cadenassage est suggérée dans ces cas précis.
- Toujours aux États-Unis, dans le domaine de la construction, 481 accidents mortels ont été rapportés entre 1992 et 2002 sur des sites d'excavation. Parmi ceux-ci, 253 accidents (53 %) sont liés aux véhicules et aux équipements lourds (McCann, 2006). Parmi ces 253 victimes, 132 (52 %) sont des opérateurs, 82 (32 %) des travailleurs piétons, 34 (14 %) des travailleurs effectuant des interventions de maintenance et 5 (2 %) des travailleurs œuvrant dans ou sur un équipement, mais ne l'opérant pas. Pour les accidents durant les activités de maintenance, 21 cas sont dus à un problème d'application des freins ou d'une procédure de cadenassage.
- En France, 67 décès au travail liés à une chargeuse ont été répertoriés entre 1979 et 2001 sur la base de données de l'Étude de prévention par l'informatisation des comptes rendus d'enquêtes d'accident du travail (EPICEA). Cinq types d'accidents ont été déterminés : (1) un piéton dans la zone d'évolution de l'engin est écrasé, (2) le conducteur est écrasé lors du renversement de l'engin, (3) un accident survient lors de la maintenance, (4) un ensevelissement se produit pendant une phase de chargement/déchargement, (5) une chute de hauteur à partir de l'engin (Le Brech, 2003).

La phase hors production (ex. maintenance) et l'absence de procédure de cadenassage ont été identifiées à quelques reprises dans ces statistiques d'accident. Par ailleurs, en 2012, une étude exploratoire de l'IRSST dans le secteur municipal a permis de faire ressortir cette problématique par rapport aux équipements mobiles (Chinniah et coll., 2012). En résumé, dans le milieu municipal au Québec, entre 1985 et 2009, la majorité des accidents graves et mortels sur de l'équipement en marche ou sous tension ont eu lieu sur des équipements mécaniques mobiles (huit cas sur les douze répertoriés). Aucune procédure de maîtrise des énergies (cadenassage) ne semblait en place dans chacun des cas. Un résumé de ces huit accidents est proposé à l'annexe A.

À ces accidents, il faut ajouter que les équipements mobiles n'ont été considérés parmi les équipements à cadenasser que dans une seule des douze municipalités visitées lors de la même étude (Chinniah et coll., 2012). Ainsi, bien que source d'accidents graves et de décès, les équipements mobiles ne sont pas pris en compte lorsque les municipalités implantent le cadenassage. Ces résultats indiquent un besoin de formation et d'information en matière de prévention sur ce type d'équipement. Un exemple d'implantation servant de déclencheur et

d'incitatif à la généralisation de l'application du cadenassage pour les équipements mobiles a donc été mis en place lors de la présente étude.

1.2.3 Autres risques liés aux équipements mobiles

Cette étude porte exclusivement sur la gestion des risques lors des interventions hors production sur les équipements mobiles. Il convient toutefois de préciser que d'autres risques sont présents avec les équipements mobiles comme l'ont démontré les statistiques présentées à la sous-section précédente. De nombreux accidents graves et mortels ont lieu lors de la phase de production/d'exploitation de l'équipement mobile. Les types d'accidents lors de cette phase sont notamment les accidents de la route, les renversements, l'écrasement d'un piéton à cause de problèmes de visibilité, les chutes de charge (ex. surcharge), les chutes de hauteur (Belmekki et coll., 2016). En France, les risques chimiques, les troubles musculosquelettiques, les chutes de hauteur et les chutes de plain-pied sont les quatre principaux risques professionnels identifiés par l'Assurance maladie-risques professionnels dans les garages (Delaval, 2016; Guillemin, 2008). Des actions de prévention sont également à mettre en place pour ces situations à risque. L'INRS a notamment effectué des travaux en France concernant les dispositifs pour prévenir les collisions engins-piétons (INRS, 2015).

1.3 Organisation du rapport

Ce document est divisé en six chapitres. Le chapitre 1 introduit le cadenassage, les changements réglementaires et présente la problématique liée à la non-maîtrise des énergies dangereuses lors des interventions hors production notamment pour les équipements mobiles. Le chapitre 2 détaille les deux objectifs de la recherche et le chapitre 3 aborde la méthode utilisée pour les atteindre. Les annexes fournissent des éléments méthodologiques complémentaires. Le chapitre 4 synthétise les résultats issus de la revue de la littérature, de l'analyse des accidents graves et mortels au Québec, des visites exploratoires sur l'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles et du suivi d'une municipalité pendant plusieurs mois lors de son processus d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles. Le chapitre 5 discute des problématiques d'ordre organisationnelles et techniques, puis présente les recommandations de l'équipe de recherche. Enfin, le chapitre 6 conclut le rapport en abordant notamment les limites de la recherche.

2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE

Bien que les équipements mobiles soient impliqués dans des accidents graves et mortels lors de phases hors production, il a été constaté que ces équipements n'étaient pas toujours pris en compte, en 2012, lorsque les municipalités implantaient leur programme de cadenassage (Chinniah et coll., 2012). Des travaux de recherche sur la mise en place de procédures de cadenassage applicables réalistement pour les équipements mobiles dans et hors des garages municipaux semblaient donc nécessaires afin d'améliorer la sécurité des travailleurs effectuant la maintenance et la réparation de ce type d'équipements.

La question de recherche associée à cette activité est : comment cadenasser efficacement les équipements mobiles lors d'interventions hors production dans le secteur municipal en prenant en compte les défis techniques et organisationnels spécifiques à ces équipements?

L'objectif principal de cette étude est de suivre, d'évaluer et de réviser une démarche d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles dans le secteur municipal. Cette recherche est donc une étude appliquée qui comporte un volet de mise en œuvre pratique.

Les sous-objectifs de cette étude sont :

1. Générer des connaissances spécifiques par rapport au cadenassage des équipements mobiles et caractériser la situation actuelle au Québec sur le sujet.

Cet objectif a été réalisé en analysant (1) les accidents graves et mortels liés aux équipements mobiles au Québec dans tous les secteurs d'activités incluant le secteur municipal, (2) les procédures de cadenassage sur des équipements mobiles disponibles dans la littérature, (3) les pratiques de fabricants d'équipements mobiles, (4) les démarches d'implantation du cadenassage entreprises par plusieurs municipalités pour leur parc d'équipements mobiles.

2. Accompagner pendant 18 mois une équipe municipale dans sa démarche d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles afin d'évaluer et de réviser la démarche utilisée.

Cette démarche d'implantation devait être mise en place en ciblant au moins deux équipements représentatifs de ceux utilisés dans le secteur municipal. L'évaluation et la révision de la démarche devaient aboutir à des recommandations sur le cadenassage des équipements mobiles.

Cette étude constitue la suite logique de celle intitulée *Secteur des affaires municipales au Québec – Étude exploratoire du cadenassage* ayant conduit au rapport de recherche R-741 (Chinniah et coll., 2012). Ainsi, le secteur municipal est celui qui fait l'objet de l'étude, mais d'autres secteurs utilisant régulièrement des équipements mobiles (ex. : foresterie, construction) sont également concernés par cette problématique et par les résultats de cette étude.

Enfin, cette étude aborde deux problématiques observées dans les précédents projets de la programmation thématique sur le cadenassage soit l'implantation du cadenassage et l'adaptation des équipements pour en faciliter l'application.

3 MÉTHODOLOGIE

Les travaux de recherche ont été structurés selon deux grands blocs (figure 3) :

1. des travaux exploratoires afin de générer des connaissances spécifiques par rapport au cadenassage des équipements mobiles;
2. le suivi pendant 18 mois d'un projet d'implantation du cadenassage des équipements mobiles dans une municipalité au Québec.

Ces deux blocs répondent aux deux sous-objectifs énoncés précédemment. Les éléments précisés dans chaque bloc à la figure 3 sont détaillés dans la suite de cette sous-section.

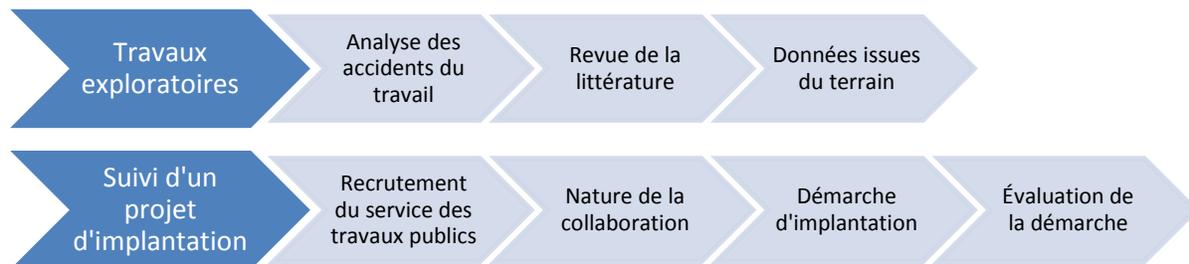


Figure 3 : Démarche de l'ensemble des travaux de recherche.

3.1 Travaux exploratoires

3.1.1 Analyse des accidents du travail

La CNESST enquête sur tous les accidents mortels sous sa compétence, à l'exclusion des accidents de la route et des agressions, ce qui n'a pas d'influence pour cette étude. Quelques accidents non mortels font aussi l'objet d'une enquête en fonction de critères comme la gravité, la médiatisation au sein du public et les technologies en jeu.

Afin de caractériser les facteurs de risque liés à la problématique des équipements mobiles, tous les rapports d'enquête sur des accidents graves et mortels publiés par la CNESST au cours de la période 2000-2013, soit 813 rapports, ont été consultés (CNESST, 2016). Il n'y a pas eu d'extraction de la base de données par mots-clés puisque les notions de travail hors production (ex. maintenance) et d'équipements mobiles sont génériques et difficiles à totalement circonscrire par mots-clés. Les rapports d'enquête liés aux interventions hors production sur des équipements mobiles ont été retenus à la lecture des résumés. La définition d'un équipement mobile présentée ci-dessus a servi de base à la sélection. Afin de baliser la sélection des rapports litigieux que ce soit pour la notion d'équipement mobile ou de travail hors production, les critères suivants ont été utilisés :

- Critères d'exclusion :
 - o Les interventions qui sont des activités de production telles que l'opération ou la conduite de l'équipement (ex. accident de la route), le démarrage normal, le stationnement, le déchargement/chargement et l'arrimage/désarrimage;
 - o Les équipements tels que les outils portatifs et les équipements que l'on déplace, mais qui ne sont pas eux-mêmes mobiles (ex. grue à tour);

- Critères d'inclusion :
 - o Les opérations spécifiques suivantes : changement des pneus, changement ou installation d'accessoires sur l'équipement mobile;
 - o Les équipements tels que les embarcations, les voitures dans certains cas particuliers, les concasseurs ou convoyeurs sur roues.

Afin d'avoir un dénominateur commun pour l'analyse des rapports, un tableau de compilation des informations suivantes a été élaboré :

- année et mois de l'occurrence de l'accident,
- secteur dans lequel l'entreprise œuvre,
- équipement en cause,
- brève description de l'accident,
- abrégé des causes retenues par les inspecteurs,
- type d'accident,
- énergie principale en cause lors de l'accident,
- emplacement de l'accident,
- nombre de décès, de blessés,
- occupation et expérience des accidentés, lorsque disponibles.

Parmi les 813 rapports d'enquête d'accidents graves et mortels consultés couvrant la période de 2000 à 2013, 306 (38 %) ont impliqué un équipement mobile (figure 4). De ces rapports, 244 (80 %) concernent des accidents survenus lors de l'exploitation et 62 (20 %) concernent des accidents survenus lors de la réalisation de travaux hors production. L'analyse des accidents en exploitation ne fait pas partie de l'objet de cette recherche. Des résultats sur ce sujet pourront toutefois être accessibles par le biais des travaux de Belmekki et coll. (2016).

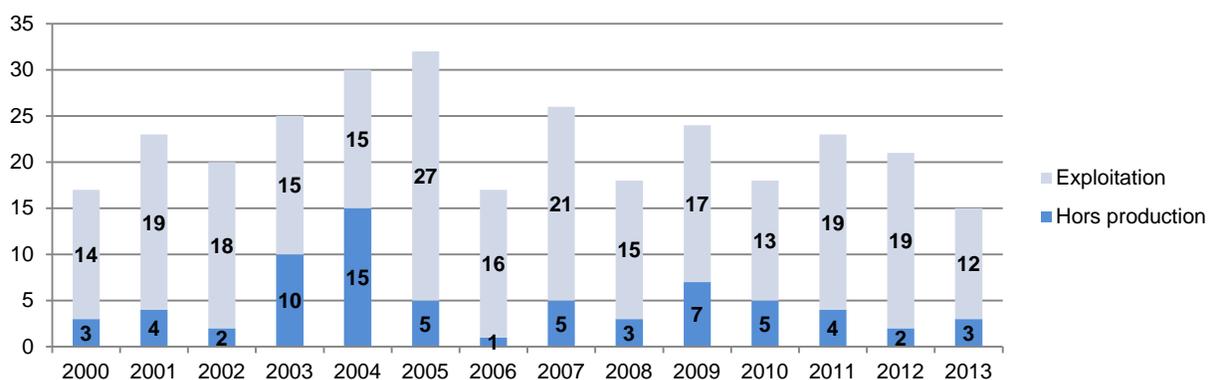


Figure 4 : Nombre annuel de rapports d'accidents liés aux équipements mobiles entre 2000 et 2013 au Québec.

3.1.2 Revue de la littérature

Une revue de la littérature a été réalisée afin de répertorier les documents où le cadenassage des équipements mobiles est spécifiquement abordé. Les bases de données ciblées sont les bases documentaires de la CNESST et de l'INRS (France), de COMPENDEX, de PASCAL, et de PUBMED, ainsi que les moteurs de recherche sur Internet. La stratégie de recherche par mots-clés associait, en français et anglais, les deux concepts suivants : « équipement mobile », et « cadenassage » ou « maîtrise des énergies ». Trente-sept documents ont été retenus :

- 12 rapports, guides et fiches techniques (U.S. Department of Labor, 2006; Le Brech, 2003, 2009a, 2009b; Le Brech et Dechepey, 2010, 2011; CNESST, 2002, 2006; Ministry of Labor, 2006; Yakemchuk, 1995; INRS, 2014; Giraud et coll., 2008);
- 9 procédures de cadenassage (BC Municipal Safety Association, N. D.; BC Forest Safety Council, N. D.; CNESST, 2006; Northern Lights College, N. D.; IAAP, N. D.; Sonoma County, 2007; Hewitt, 2010; BC Forest Safety, 2013a, 2013b);
- 6 normes et règlements (Gouvernement du Québec, 2016a; CSA, 2013; ANSI, 2012; Parlement européen et du conseil, 2006; NF, 2004, 2010);
- 6 manuels d'utilisation et d'entretien (Olympia Millenium, N.D.; Johnston, 2005; Tenco, 2003; Volvo, N. D.; Larue, N. D.; CAT, 2013);
- 4 livres (Kelly, 2001; Swartz, 1999a, 1999b; Reese, 2009).

Les documents pertinents obtenus ont été analysés à l'aide d'une grille de lecture pour classer les informations selon leur nature technique, organisationnelle ou réglementaire. Les différentes procédures de cadenassage proposées dans la littérature ont été analysées et comparées selon les grandes étapes du cadenassage à savoir (1) la signalisation, (2) l'arrêt, (3) l'isolement, (4) la condamnation, (5) la dissipation ou le blocage des énergies accumulées, (6) la vérification de l'absence d'énergie sur l'équipement, (7) la remise en service.

3.1.3 Données-terrains

3.1.3.1 Études de cas d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles

Deux services des travaux publics (TP) de municipalités et un fournisseur d'équipements mobiles ont été visités entre novembre 2014 et décembre 2015. Seuls trois établissements ont été visés en raison du peu de municipalités ayant établi une politique pour le cadenassage des équipements mobiles au moment de démarrer l'étude. L'objectif de ces visites était d'ajouter un volet pratique aux connaissances acquises par l'intermédiaire de la revue de la littérature et de l'analyse des accidents du travail. Pour participer à l'étude, les établissements devaient avoir commencé l'implantation du cadenassage de leurs équipements mobiles. Les trois établissements ont été sélectionnés par l'intermédiaire de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur « affaires municipales » (APSAM). Le tableau 4 détaille les principales caractéristiques de ces trois établissements. Un formulaire d'information et de consentement a été remis aux personnes contactées lors du processus de recrutement conformément au certificat d'éthique délivré par Polytechnique Montréal. Ce formulaire, dûment signé par les parties concernées, assure la confidentialité des données recueillies.

Les visites sur site, d'une demi-journée, ont eu lieu en présence à la fois de responsables des opérations (ex. atelier) et de responsables en SST (ex. ressources humaines). Une entrevue semi-dirigée⁹ et une visite de l'atelier mécanique étaient initialement prévues.

Tableau 4 : Profil général des trois établissements visités au regard du cadenassage des équipements mobiles

	A	B	C
Établissement visité	Municipalité – travaux publics (TP)	Municipalité – travaux publics (TP)	Fournisseur d'équipements mobiles
Déroulement de la visite	Entrevue semi-dirigée Visite de l'atelier	Entrevue semi-dirigée	Entrevue semi-dirigée Visite de l'atelier
Personnel rencontré	TP : - Superviseur des TP - Superviseur de l'atelier - Planificateur Ressources humaines : - Superviseur - Coordonnateur - Technicien	TP : - Directeur - Chef de division - Coordonnateur Ressources humaines - Conseiller	- Directeur de service - Contremaître chantier - Directeur SST - Ressource du service des normes
N^{bre} d'équipements mobiles	208	120	1500 modèles différents
N^{bre} de travailleurs	120	46	550
- Formés au cadenassage	100	0	550
Implantation du cadenassage (incluant les équipements mobiles)	En implantation depuis 2011.	Programme et procédures en 2011. Application pas encore effective lors de la visite.	Implanté et utilisé depuis 2011-2012.
Comité de SST	Oui	Oui	Oui

Deux membres de l'équipe de recherche ont effectué la cueillette de données afin de garantir une redondance dans la prise d'information. Ces cueillettes de données ont été effectuées à l'aide d'une grille d'entrevue, disponible à l'annexe B (Flick, 2006; Gillham, 2000; Robson et coll., 2001; Silvermann, 2011). La grille d'entrevue a été conçue avec des questions fermées ou à court développement afin que le déroulement des entrevues demeure constant d'une fois à l'autre. En se basant sur la réglementation en vigueur au Québec et la norme CSA Z460-13 (Gouvernement du Québec, 2016a; CSA, 2013), les éléments abordés avec la grille d'entrevue étaient :

- le niveau d'implantation du cadenassage des équipements mobiles et la raison de l'implantation;
- l'inventaire des équipements mobiles et des interventions effectuées;

⁹ Selon Laforest et Rainville (2011), « l'entrevue semi-dirigée est une méthode qui permet de recueillir de l'information qualitative. L'entretien peut être utilisé pour explorer une situation particulière ou pour compléter et valider une information provenant d'autres sources utilisées dans un diagnostic ». Le guide d'entretien permet aux chercheurs d'aborder tous les thèmes souhaités lors de l'entrevue. L'utilisation de la grille d'entrevue doit rester souple pour s'adapter à la situation particulière de chaque entreprise.

- les étapes des procédures de cadenassage des équipements mobiles mises en place;
- la gestion des procédures et du matériel de cadenassage des équipements mobiles;
- la formation des travailleurs;
- l'implication des fournisseurs des équipements mobiles et du département des achats;
- les difficultés et les bons coups lors du processus d'implantation du cadenassage.

La prise de photos a permis de compléter les observations en atelier. Les procédures de cadenassage spécifiques aux équipements mobiles ont également été récoltées lorsque disponibles. Les données issues de ces visites ont été colligées selon les thèmes abordés dans la grille d'entrevue. Ce travail a permis de déterminer les problématiques spécifiques et les solutions qui ont été entreprises pour l'implantation du cadenassage des équipements mobiles. La norme CSA Z460-13 sur le cadenassage a servi de référence pour les analyses et les comparaisons.

3.1.3.2 Données complémentaires

En complément des visites effectuées dans les trois établissements présentés à la sous-section précédente, des données ont également été colligées auprès de fabricants d'équipements mobiles et de quatre municipalités participant au comité de suivi de l'activité de recherche.

Des fabricants de machineries mobiles ont été rencontrés à l'« Expo grand travaux – équipement lourd » qui s'est tenue à Montréal en avril 2016 (Master Promotions Ltd, 2016). Plus d'une centaine d'exposants de machinerie mobile étaient présents. L'objectif était de vérifier si la maîtrise des énergies dangereuses pour les interventions hors production était prise en compte dès la conception des équipements. La présence d'un coupe-batterie cadenassable (c.-à-d. équipement facilitant l'étape de condamnation de la procédure de cadenassage) a notamment été vérifiée.

Les municipalités représentées au comité de suivi de cette activité de recherche ont partagé leurs expériences et leurs difficultés en matière de cadenassage des équipements mobiles au cours de quatre rencontres qui se sont tenues entre juillet 2014 et juin 2016. Ces municipalités ont commencé à travailler sur l'implantation du cadenassage des équipements mobiles dans la même période que le démarrage de l'activité en septembre 2014.

3.2 Suivi d'un projet d'implantation du cadenassage des équipements mobiles dans une municipalité

3.2.1 Recrutement

Une collaboration à long terme (18 mois) avec le service des travaux publics (TP) d'une municipalité a été mise en place pour suivre l'implantation du cadenassage de leurs équipements mobiles. À la suite de discussions avec des représentants du milieu municipal, une période de dix-huit mois semblait être un délai raisonnable pour l'implantation du cadenassage des équipements mobiles dans une municipalité de taille moyenne. Cette approche méthodologique a

été privilégiée afin d'étudier les contraintes, les choix et les ressources concernées tout au long du processus d'implantation.

La municipalité recrutée répondait aux critères de sélection suivants :

- La municipalité avait déjà engagé des démarches pour l'implantation du cadénassage dans d'autres services de la municipalité afin d'avoir des compétences en interne sur ce dossier. Par contre, le service des TP n'était pas avancé dans l'implantation des procédures de cadénassage des équipements mobiles;
- Le service des TP entretenait un dialogue avec ses fournisseurs d'équipements mobiles pour faciliter d'éventuelles modifications d'équipements;
- La municipalité était située à moins de 3 heures de route de Montréal.

La municipalité choisie a démontré sa motivation et son engagement pour ce projet par l'entremise d'une lettre de collaboration signée par le directeur des ressources humaines de la ville, ainsi que par le directeur général adjoint.

3.2.2 Collaboration

D'un point de vue logistique, il était prévu de rencontrer le service des TP une dizaine de fois, soit tous les trois mois en moyenne sur une période de 18 mois plus quelques rencontres additionnelles au besoin. Un tel délai entre chaque rencontre devait laisser l'opportunité à la municipalité de faire progresser sa démarche d'implantation. Un suivi téléphonique mensuel était également prévu. Finalement, l'équipe de travail de la municipalité a été rencontrée à douze reprises dont quatre rencontres du comité de suivi associé aux travaux de recherche (tableau 5). Chaque visite a duré entre une demi-journée et une journée.

Deux membres de l'équipe de recherche ont effectué la cueillette de données. De par la nature et la répétition des échanges, les membres de l'équipe de recherche n'ont toutefois pas été que des interviewers et des observateurs, ils ont apporté leur soutien au service municipal au fil des rencontres (ex. : aspects réglementaires, présentation des résultats issus des autres phases de l'étude, suggestion de documents de référence). Ce soutien a été inclus dans les données recueillies.

Tableau 5 : Rencontres avec l'équipe de la municipalité suivie sur une période de 18 mois

Rencontre	Date	Contenu principal
Comité de suivi	2014-07	Présentation et échanges sur l'activité de recherche proposée – Recrutement pour les visites exploratoires (sous-section 3.1.3.1).
N° 1	2014-09	Mise en place du comité de travail, inventaire équipements, choix des trois équipements pilotes.
N° 2	2015-01	Prises d'information sur les équipements pilotes (ex. énergies dangereuses, interventions-terrains et atelier, dispositifs d'isolement, etc.).
N° 3	2015-04	
N° 4	2015-05	Visite d'un fournisseur d'équipements mobiles.
Comité de suivi	2015-06	Présentation et échanges sur les résultats de l'analyse des accidents du travail et des visites-terrains.
N° 5	2015-10	Travail de groupe sur le camion épandeur. Recensement des interventions sur l'équipement, des énergies dangereuses et des points de coupure d'énergie.
N° 6	2015-12	Prise de décision sur les procédures de cadenassage à mettre en place.
N° 7	2016-01	Validation des choix et des procédures par les intervenants de l'atelier.
Comité de suivi	2016-01	Présentation et échanges sur les résultats de l'implantation du cadenassage des équipements mobiles à la ville faisant l'objet d'un suivi.
N° 8	2016-04	Discussion sur les ajustements à mettre en place à la suite des modifications réglementaires sur le cadenassage de janvier 2016.
Comité de suivi	2016-05	Présentation et échanges sur la position officielle de la CNESST sur l'application du RSST pour les équipements mobiles. Discussions sur les actions à venir. Bilan des travaux effectués avec la ville faisant l'objet d'un suivi.

3.2.3 Suivi et analyse de la démarche d'implantation

L'ensemble de la démarche menée par la municipalité a été analysée en se basant sur le plan d'implantation de l'APSAM (Guénette, 2015). Ce plan, qui n'est pas spécifique aux équipements mobiles, est inspiré de la norme CSA Z460-13 et a été enrichi à la suite d'une étude précédente de l'IRSST sur le cadenassage dans le secteur municipal (Chinniah et coll., 2012). Les 11 étapes de ce plan d'implantation sont (Guénette, 2015) :

Étape 1. Désigner une personne responsable;

Étape 2. Mettre sur pied un comité paritaire sur le cadenassage;

Étape 3. Élaborer le programme de cadenassage;

Étape 4. Procéder à l'inventaire des équipements, des types d'énergie qui les alimentent et du matériel de cadenassage nécessaire;

Étape 5. Identifier et codifier les points de coupure des sources d'énergie à cadenasser selon le code établi;

Étape 6. Faire le relevé des différentes tâches qui exige du cadenassage sur chacun des équipements et identifier les personnes à aviser lors de travaux;

Étape 7. Élaborer les procédures de cadenassage;

Étape 8. Acquérir et organiser le matériel de cadenassage;

Étape 9. Valider et approuver les procédures de cadenassage;

Étape 10. Communiquer, informer et former les personnes concernées sur le cadenassage;

Étape 11. Assurer le suivi et la mise à jour.

Avant chaque visite, un guide d'entrevue sommaire a été élaboré par l'équipe de recherche en fonction de l'avancement du processus d'implantation au moment de la visite. Chaque guide d'entrevue permettait (1) de lister les actions prises par la municipalité depuis la dernière rencontre, (2) d'échanger sur les différences observées par rapport aux règles de l'art, (3) d'explicitier les interrogations et les difficultés vécues. La norme CSA Z460-13 ainsi que les questionnaires développés lors des précédentes études de l'IRSST sur le cadenassage ont servi de référence lors de la préparation de ces visites (Chinniah et coll., 2008; Chinniah et coll., 2012; Burlet-Vienney et coll., 2009; CSA, 2013). Une attention particulière a été portée à la mise en place de modifications aux équipements mobiles afin de favoriser l'application du cadenassage. Le choix d'au moins deux équipements pilotes était prévu initialement. Ces équipements devaient (1) être largement utilisés dans le secteur municipal, (2) être possiblement problématiques (ex. accidents), (3) être relativement complexes (ex. plusieurs sources d'énergie).

L'objectif était de documenter :

- les types d'intervention sur ces équipements nécessitant du cadenassage;
- les prises de décisions concernant l'élaboration de la procédure de cadenassage;
- les ajustements techniques et organisationnels pour favoriser l'application du cadenassage;
- les relations avec les fournisseurs des équipements pour effectuer les ajustements;
- les difficultés et habiletés nécessaires pour effectuer les modifications.

Dans la dernière partie du projet, la démarche d'implantation du cadenassage des équipements mobiles a été discutée avec le comité de suivi afin de revenir sur les difficultés techniques et organisationnelles, les solutions mises en place, les éléments non anticipés au départ et les ressources nécessaires (humaines et matérielles). Par la suite, la démarche d'implantation de l'APSAM a été reprise afin de l'adapter aux équipements mobiles. Des recommandations ont finalement été émises concernant la mise en application du RSST, les obligations des fabricants et la formation professionnelle des mécaniciens.

4 RÉSULTATS

4.1 Analyse des accidents mortels liés aux interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec

Les accidents sur des équipements mobiles durant une intervention hors production ont fait l'objet de 62 rapports concernant 69 personnes accidentées (56 décès et 13 blessés graves) entre 2000 et 2013. Cela représente 7,6 % des rapports d'enquête parus au cours de la période d'étude et près de 5 accidentés graves ou mortels annuellement. L'analyse de ces accidents est présentée ci-dessous selon le moment de survenance, le type d'équipement, le secteur d'activité, le type d'accidents et l'expérience des travailleurs. Les chiffres présentés correspondent au nombre d'accidentés (graves et décès).

4.1.1 Période d'occurrence

L'année 2004 a été l'année la plus « coûteuse » avec 15 accidentés contrairement à 2006, année pour laquelle un seul blessé grave lié à la maintenance des équipements mobiles a été rapporté. Il n'y a pas de véritable tendance qui se dégage de la période observée (2000-2013). Toutefois, ce genre d'accident ne conduit pas à des décès multiples. Les saisons d'été et d'hiver sont les périodes où il y a eu le plus d'accidentés (60 % des accidentés avec 30 % des cas pour chaque période). Une hypothèse expliquant les différences saisonnières pourrait être la variabilité du taux d'utilisation des équipements mobiles au cours d'une année (ex. : travaux de déneigement l'hiver et travaux de construction l'été). Il s'agit d'un facteur de risque qui peut être pris en considération lors de l'élaboration d'un plan de prévention.

4.1.2 Secteurs d'activité et type d'équipements

Le tableau 6 présente le nombre d'accidentés (graves et décès) liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec sur la période 2000-2013 en fonction du secteur d'activité et du type d'équipements. Sans provenir d'une classification officielle, ces secteurs d'activité reflètent plutôt les types d'activités effectuées avec l'équipement mobile avant l'accident. Ces regroupements concernent le transport routier (27 cas), la construction (15 cas), l'exploitation forestière (9 cas), l'agriculture (6 cas) et l'administration publique (6 cas). Une multitude d'équipements sont en cause. Toutefois, on peut noter que certains équipements mobiles couramment utilisés au Québec (ex. : camion aspirateur [camion vacuum], surfaceuse à glace) n'apparaissent pas dans l'échantillon obtenu.

Tableau 6 : Nombre d'accidentés liés à des équipements mobiles en phase hors production au Québec sur la période 2000-2013, présentés par secteur d'activité et par type d'équipement

Secteur d'activité/Type d'équipement		Accidenté (69)
Transport routier	Sous-total	27 (39 %)
Camion		6
Camion à benne basculante ou de type <i>roll-off</i>		5
Camion-citerne		5
Dépanneuse		3
Tracteur routier		2
Camion léger (<i>pick-up</i>)		1
Camionnette à benne basculante		1
Camion chargeur		1
Remorque		1
Tracteur de refoulement		1
Voiture		1
Travaux de construction	Sous-total	15 (22 %)
Chargeuse		3
Tombereau		2
Concasseur mobile		2
Plateforme élévatrice		2
Convoyeur mobile attaché à un camion-remorque		1
Mini-chargeuse		1
Pelle hydraulique		1
Bétonnière		1
Véhicule de transfert de matériaux [enrobé bitumineux]		1
Machine à tamiser		1
Foresterie	Sous-total	9 (13 %)
Abatteuse forestière		3
Débardeur		3
Scie attelée à un tracteur		1
Camion à bois		1
Transporteur forestier		1
Agriculture	Sous-total	6 (9 %)
Tracteur agricole		3
Mélangeur de foin		1
Moissonneuse-batteuse		1
Fourragère pour la récolte du maïs		1
Administration publique (voirie)	Sous-total	6 (9 %)
Chargeuse-souffleuse		2
Camion de déneigement		1
Camion-épandeur		1
Épandeur d'abrasifs (remorque)		1
Flèche lumineuse sur remorque		1
Transport divers	Sous-total	6 (9 %)
Chariot élévateur		3
Embarcation nautique		2
Locomotive		1

4.1.3 Types d'accidents

Le tableau 7 fournit le nombre d'accidentés (graves et décès) liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec sur la période 2000-2013 selon le type d'accident. Les accidents ont été classés selon 6 catégories. Un exemple est fourni pour chaque type d'accident.

Tableau 7 : Nombre d'accidentés liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec sur la période 2000-2013, présentés par type d'accident

Type d'accident	Accidenté (69)	Exemple d'accident (CNESST, 2016)
Chute d'un équipement mobile, ou d'une partie d'équipement, en élévation/en hauteur	20 (29 %)	Un travailleur change un boyau hydraulique sur un chariot élévateur. Le mât est supporté par une poutre appuyée au sol. La poutre se désengage et une section du mât frappe la tête du travailleur.
Pièce en mouvement	19 (28 %)	L'employeur actionne la benne de sa camionnette. Toutefois, cette dernière cesse de monter. Un travailleur s'introduit sous la benne pour ajouter de l'huile dans le système de levage. Il actionne accidentellement la commande de descente de la benne. Il est écrasé entre le châssis et la structure de la benne.
Véhicule en mouvement	13 (19 %)	Un travailleur est allongé sous le camion-chargeur. Il s'apprête à enlever une des trois parties de l'arbre de transmission afin de faciliter le remorquage du camion-chargeur. L'accident survient lorsque le camion-chargeur avance et que les roues arrière gauches écrasent le travailleur.
Explosion pneu / Déjantage	8 (12 %)	Un conducteur de camion est blessé par l'explosion d'un pneu de son tracteur routier. L'accident survient alors que le travailleur est étendu sous le tracteur routier pour vérifier le récepteur de freinage de la roue.
Explosion de réservoir	5 (7 %)	Un travailleur répare le système de freinage pneumatique d'un camion porteur. Le travailleur diagnostique l'obstruction d'une canalisation d'air du réservoir primaire. Muni d'un chalumeau au propane, il chauffe le robinet de purge. Le réservoir secondaire explose et heurte le travailleur.
Intoxication	4 (6 %)	Un employeur a été intoxiqué et a perdu conscience après être entré dans une citerne ayant servi à transporter du fumier de vache liquéfié. Il désirait enlever un obstacle qui s'était coincé dans la turbine de la citerne. Trois personnes voulant lui prêter assistance ont également perdu conscience.

L'analyse plus approfondie des accidents permet de noter que le type « chute d'un équipement mobile, ou d'une partie d'équipement, en élévation/en hauteur » a une cause souvent technique

(ex. : résistance du calage, coefficient de frottement), alors que les accidents du type « véhicule en mouvement » sont souvent dus à un problème organisationnel et de communication (ex. un deuxième travailleur part avec le véhicule lorsque son collègue travaille dessous ou derrière). Par ailleurs, les équipements agricoles sont particulièrement liés à la catégorie « pièce en mouvement » (4 des 6 cas) et notamment la prise de force. Enfin, logiquement, le type d'accident « explosion de pneu/déjantage » concerne surtout les équipements en « transport routier ». Il n'y a pas de véritable tendance pour les autres secteurs d'activité.

4.1.4 Activité de travail

Le tableau 8 fournit le nombre d'accidentés (graves et décès) liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec sur la période 2000-2013 selon le type d'activité exercée par le travailleur, le lieu de survenance et la fonction du travailleur.

Tableau 8 : Nombre d'accidentés liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles au Québec pour la période 2000-2013 en fonction de l'activité, du lieu et de la fonction du travailleur

Type d'activité	Accidenté (69)
Entretien/Réparation/Ajustement	42 (61 %)
Déblocage	14 (20 %)
Changement pneu	8 (12 %)
Nettoyage	5 (7 %)
Lieu de l'accident	Accidenté (69)
Extérieur, cour/stationnement	34 (49 %)
Atelier	15 (22 %)
Extérieur, chemin/route	11 (16 %)
Extérieur, divers	9 (13 %)
Fonction de l'accidenté	Accidenté (69)
Opérateur/Conducteur	27 (39 %)
Mécanicien	16 (23 %)
Technicien	8 (12 %)
Agriculteur/Aide fermier	4 (6 %)
Administrateur/Superviseur	3 (4 %)
Inconnue	11 (16 %)

Dans la plupart des cas, les interventions ont été improvisées, ne respectant pas le manuel du fabricant. En effet, les causes retenues par les inspecteurs ont notamment été (plusieurs causes possibles pour chaque rapport d'enquête) :

- - Les procédures non sécuritaires ou l'absence de procédures (34 rapports);
- - Le manque de formation ou de connaissance des risques (15 rapports);
- - La gestion déficiente de la SST (13 rapports) et le manque de supervision (7 rapports).

Les opérateurs de la machinerie mobile (fonction officielle) comptent pour un tiers des accidentés soit autant que les mécaniciens et techniciens réunis. En croisant les données des tableaux 7 et 8, on s'aperçoit que les interventions des opérateurs ont lieu en dehors de l'atelier (100 %) et sont liées en particulier au type d'accident « Pièce en mouvement » (44 %). Ils ont eu tendance à laisser le moteur en marche lors de l'intervention et sont intervenus sur leur véhicule sans attendre l'aide du mécanicien. On s'aperçoit également que les accidents mettant en cause un mécanicien sont d'une nature différente. Ces accidents font référence, dans 40 % des cas, à la « Chute d'un équipement mobile, ou d'une partie d'équipement, en élévation/en hauteur » et donc principalement à un problème de calage d'une masse en élévation.

4.2 Pratiques en usage relatives au cadenassage des équipements mobiles

Cette sous-section regroupe les données recueillies dans la littérature, sur le terrain et auprès des fabricants d'équipements mobiles.

4.2.1 Revue de la littérature

Une revue de la littérature a été effectuée dans le but de déterminer les points spécifiques aux équipements mobiles concernant le cadenassage. On peut noter que la littérature sur les équipements mobiles aborde le sujet du cadenassage sans nécessairement le nommer ainsi. Les éléments reliés au cadenassage sont présentés comme des étapes de procédures de maintenance.

Selon la norme CSA Z460-13, une procédure de cadenassage comprend les sept étapes énoncées au tableau 9. Ces étapes ont été utilisées comme références pour l'analyse des documents. Parmi les documents retenus, neuf contenaient des éléments d'une procédure de cadenassage valables pour un ensemble d'équipements mobiles (ex. : par secteur, comme la foresterie). Les autres étaient spécifiques à un équipement en particulier. Comme le montre le tableau 9, les étapes les plus abordées sont l'isolement des sources d'énergie (9 documents sur 9), le contrôle des énergies résiduelles (8/9), puis la condamnation des dispositifs d'isolement et l'arrêt de l'équipement (7/9). La remise en service est l'étape la moins abordée (3/9).

Tableau 9 : Comparaison des étapes contenues dans les procédures génériques de cadenassage sur les équipements mobiles dans la littérature

Source \ Étape	Signalisation des travaux	Arrêt de l'équipement	Isolement des sources d'énergie	Contrôle des énergies résiduelles	Condamnation des dispositifs d'isolement	Vérification	Remise en service
CSA Z460-13	•	•	•	•	•	•	•
IAAP, N. D.	•	•	•	•		•	
ASTIFO, 2004		•	•	•	•		
ANSI Z245.1-2012	•	•	•	•	•		
Yakemchuck, 1995			•	•			
Kelley, 2001		•	•	•	•	•	
BC Municipal Safety Association, N. D.	•		•		•		
Ministry of Labor, 2006	•	•	•	•	•	•	•
Reese, 2009	•	•	•	•	•	•	•

4.2.1.1 Signalisation

La signalisation consiste à indiquer qui est en train d'appliquer une procédure de cadenassage et la raison pour laquelle une telle procédure est en cours. La norme ANSI Z245.1 sur les camions à ordures recommande d'apposer une étiquette sur le volant ou un autre endroit approprié, en utilisant une attache à usage unique (ex. un scellé), ou en plaçant un couvre volant (ANSI, 2012). L'Illinois Association of Aggregate Producers (IAAP) émet les mêmes recommandations en précisant que l'étiquette doit avoir la mention « *do not operate* » et être placée de sorte qu'elle soit facilement visible. Sont cités en exemple les emplacements possibles suivants : sur le volant, sur les marchepieds, sur le coupe-batterie, ou encore sur le levier de verrouillage de la transmission (IAAP, N. D.). La British Columbia Municipal Safety Association recommande également de placer une étiquette « *do not start/operate* » sur le volant du véhicule (BC Municipal Safety Association, N. D.).

Une seconde notion incluse dans la signalisation est la notification du personnel concerné par le cadenassage de l'équipement. Globalement, cette notion n'est pas abordée dans la littérature sur les équipements mobiles en dehors du guide pour les opérations agricoles en Ontario (Ministry of Labor, 2006). La notification du personnel peut être un élément important comme l'a illustré la CNESST dans une fiche technique élaborée à la suite d'un accident mortel; le bras de levage d'une chargeuse a chuté sur un travailleur lors d'une mise à l'essai non signalée (CNESST, 2006). Dans ce cas-ci, la CNESST a recommandé que la procédure de cadenassage inclue « la

délimitation d'un périmètre de sécurité en utilisant des rubans ou un autre moyen pour interdire l'accès à cette zone à tout employé non autorisé à s'y trouver ».

4.2.1.2 Arrêt de l'équipement

L'étape d'arrêt normal de l'équipement mobile conditionne en partie le niveau de sécurité des interventions subséquentes. L'intervention à effectuer sur l'équipement dicte certains paramètres de l'arrêt tels que la position des accessoires en hauteur. Le tableau 10 liste les principales phases de l'arrêt d'un équipement mobile énoncées dans la littérature.

Tableau 10 : Principales phases de l'arrêt sécuritaire d'un équipement mobile

Étape	Précision
Stationnement dans un lieu sécuritaire	<ul style="list-style-type: none"> • Sur un terrain adéquat : sol ferme (IAAP, N. D.), terrain plat (ASTIFO, 2004).
Immobilisation de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer les freins de stationnement (IAAP, N. D.; ASTIFO, 2004; ANSI, 2012). • Placer la transmission dans la position indiquée par le fabricant (ASTIFO, 2004) : levier de vitesse au neutre ou à la position de stationnement (<i>parking gear</i>) (IAAP, N. D.; Kelley, 2001).
Sécurisation des accessoires	<ul style="list-style-type: none"> • Abaisser les accessoires ou les caler (IAAP, N. D.; ASTIFO 2004, Ministry of Labor, 2006). • Utiliser un moyen mécanique attaché de façon permanente et verrouillable en position (ANSI, 2012).
Arrêt de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre l'équipement hors tension (IAAP, N. D.; Ministry of Labor, 2006). • Couper toutes les sources de puissance (moteur principal, moteur auxiliaire, désengager le système hydraulique) (ANSI, 2012; Ministry of Labor, 2006). • Stopper tous les éléments mobiles accessibles tels que des pales de ventilateur, des courroies et des arbres de transmission (Kelley, 2001).

L'arrêt de l'équipement dans un lieu sécuritaire est particulièrement crucial dans un environnement non contrôlé comme à l'extérieur, en forêt. Si l'équipement peut être déplacé, l'emplacement peut alors être choisi (propre, solide, surface plane, sec, en dehors des zones de production et de circulation) (Le Brech et Dechepy, 2010). Dans le cas contraire, il s'agira de nettoyer l'espace de travail (ex. : retirer souches, troncs, branches, neige) et couvrir d'abrasif les surfaces glissantes (CNESSST, 2002). Dans tous les cas, d'après Le Brech, lors d'une panne sur un chantier, il est indispensable de baliser l'équipement défectueux pour signaler le danger aux autres travailleurs (Le Brech, 2003, 2009a, 2009b; Le Brech et Dechepy, 2010, 2011). Il est également indiqué d'immobiliser immédiatement l'équipement si le moteur ne tourne plus puisqu'il n'y aura rapidement plus de freins ni de direction.

À l'instar de Kelley (2001), Le Brech suggère d'éteindre le moteur et d'attendre l'arrêt complet des parties tournantes avant d'intervenir. Il n'y a que pour des vérifications visuelles que des pièces peuvent rester en mouvement. Dans ce cas, Le Brech émet une simple mise en garde et recommande d'utiliser des vêtements ajustés (Le Brech, 2003, 2009a, 2009b; Le Brech et Dechepy, 2010, 2011).

Enfin, la sécurisation des accessoires (ex. : godet, benne) sert à contrôler l'énergie potentielle des éléments en hauteur. Cette étape, à réaliser en général avant l'arrêt du moteur, est détaillée à la sous-section 4.2.1.4 sur le contrôle des énergies résiduelles.

4.2.1.3 Isolement des sources d'énergie

L'objectif de l'isolement des sources d'énergie est de prévenir tout dégagement d'énergie ou démarrage intempestif. Kelley (2001) considère que retirer la clé d'ignition élimine la plupart des risques de blessure à condition qu'elle reste sous le contrôle exclusif des travailleurs concernés. Un accident grave sur une arracheuse de pommes de terre aurait, par exemple, pu être évité si la clé d'ignition avait été retirée et contrôlée par tous les intervenants, selon le rapport d'accident (Worksafe BC Investigations, 2011). Toutefois l'OSHA rappelle qu'il y a des situations où ce n'est pas suffisant. En effet, certaines parties d'équipement peuvent fonctionner indépendamment du système d'ignition (Kelley, 2001). C'est le cas, par exemple, des ventilateurs et des systèmes de coussins gonflables. Dans ces cas-là, il est nécessaire de débrancher les batteries (INRS ED-6173, 2014). L'IAAP (N.D.) recommande d'ailleurs de systématiquement retirer la clé et de mettre le coupe-batterie à la position « OFF » ou de déconnecter le câble de masse, en l'absence de coupe-batterie. L'Association pour la sécurité au travail dans l'industrie forestière de l'Ontario (ASTIFO) s'en tient au contrôle de la clé d'ignition seule à moins qu'elle ne soit pas unique, auquel cas il est recommandé d'utiliser le coupe-batterie (ASTIFO, 2004).

4.2.1.4 Contrôle des énergies résiduelles

La norme CSA Z460-13 indique que « toutes les énergies potentiellement dangereuses doivent être coupées, dégagées (dissipées), débranchées, confinées, bloquées ou maîtrisées d'une quelconque autre façon. » Le contrôle des énergies résiduelles débute dès la phase d'arrêt de l'équipement (sous-section 4.2.1.2) en calant, par exemple, les éléments en élévation et en utilisant les commandes pour supprimer la pression hydraulique dans les circuits. D'ailleurs, l'U.S. Department of Labor (2006) met en garde contre l'utilisation de dispositifs de blocage non adaptés. Ce document indique que des dispositifs non conçus à cet effet, comme des blocs de bois ou des poutres d'acier placés horizontalement entre la benne et le châssis d'un camion, risquent de glisser. Il met également en évidence l'inefficacité des dispositifs de blocage généralement fournis par le fabricant qui ne peuvent être utilisés qu'à une seule position de l'élément en élévation. Cela peut introduire des contraintes pour accomplir certaines tâches (ex. inspection). L'U.S. Department of Labor propose ainsi d'utiliser des chandelles ajustables conçues spécifiquement à cet effet.

Dans le cas des interventions en dehors de l'atelier, le calage de l'équipement mobile au-dessus du niveau du sol est possible si (Le Brech, 2003, 2009a, 2009b; Le Brech et Dechepy, 2010, 2011) :

- le terrain présente une portance suffisante;
- les cales sont de dimensions et de résistance suffisantes;
- les points d'appui sont stables.

Dans ce cas, il rappelle de :

- N'utiliser l'équipement (ex. : bras de levage, stabilisateurs) que pour le soulever afin de le poser sur des cales et non pour le maintenir soulevé;
- Éliminer la pression hydraulique dans le circuit;
- Caler les accessoires avec les barres de calage intégrées ou des cales rapportées adaptées;
- Mettre en place le blocage de l'articulation et la béquille de sécurité des bennes (tombereaux), le cas échéant.

Il n'y a pas que le bras de levage ou les stabilisateurs de l'équipement qui ne puissent pas être utilisés pour maintenir l'équipement soulevé, il en est de même pour les colonnes, crics et vérins qui serviront uniquement à poser l'équipement sur une cale de type béquille ou chandelle par exemple (INRS, 2014).

La maîtrise de l'énergie gravitationnelle peut aussi concerner le calage des roues de l'équipement, spécialement dans le cas où le terrain est en pente. Des cales de roues conçues spécifiquement pour cette application doivent là encore être utilisées, plutôt que des cales improvisées telles que des pierres ou autres blocs de bois, de béton ou d'asphalte (Swartz, 1999b; Rancourt et coll., 2015).

Yakemchuk (1995) suggère également de vérifier la présence et le bon état des goupilles et rondelles de blocage avant d'intervenir (ex. barrure d'articulation de châssis). Un incident survenu en 2009 en Colombie-Britannique lors duquel la cabine d'une débusqueuse est retombée brutalement à cause d'une goupille manquante vient rappeler la pertinence de cette recommandation (BC Forest Safety, 2009).

Les autres énergies résiduelles peuvent se présenter sous forme thermique, de ressort comprimé, de pression accumulée dans des circuits pneumatiques, hydrauliques ou autres, d'émanations de gaz ou autres produits chimiques. Quelle que soit l'énergie en jeu, il doit y avoir des moyens mis en place pour la maîtriser. Par exemple, Swartz donne des indications pour vider les conduites de gaz d'un chariot élévateur : fermer la vanne, faire tourner le moteur jusqu'à son extinction, puis faire les opérations d'arrêt normal du moteur (Swartz, 1999a). L'énergie thermique nécessite d'attendre la baisse de température des éléments chauds. Le moteur de l'équipement peut tourner au ralenti pour que le système de refroidissement joue son rôle, et doit être mis hors tension avant d'intervenir (INRS, 2003).

4.2.1.5 Condamnation des dispositifs d'isolement

Selon la norme CSA Z460-13, « des dispositifs de cadenassage doivent être apposés sur chaque dispositif d'isolement des sources d'énergie par des personnes autorisées et de manière à s'assurer que le ou les dispositifs d'isolement des sources d'énergie demeurent dans une position qui empêche la mise sous tension de la machine, de l'équipement ou du processus ». De plus, selon la même norme, l'apposition d'un cadenas doit être accompagnée de l'affichage d'informations dont, au minimum, le nom de la personne effectuant le cadenassage et la raison pour laquelle une telle procédure est engagée.

À l'instar de la norme CSA Z460-13, d'autres auteurs recommandent de façon très générale de cadenasser tous les dispositifs d'isolement utilisés (Ministry of Labor, 2006; Reese, 2009). Si la procédure de contrôle des énergies de la norme ANSI Z245.1 pour les camions à ordures n'évoque pas directement le cadenassage des dispositifs d'isolement, il est néanmoins sous-entendu dans des sections adjacentes. En effet, il est recommandé que les moyens physiques utilisés pour bloquer des éléments en hauteur soient verrouillables en position. Par ailleurs, Kelley (2001), BC Municipal Safety Association (N.D.) et ASTIFO (2004) recommandent le contrôle de la clé d'ignition ou du système de blocage de la direction dans une boîte de cadenassage, et ce, pour les interventions nécessitant plus d'un intervenant. Enfin, la norme ISO 10570 sur les dispositifs de blocage pour un châssis articulé ne précise pas si de tels dispositifs doivent être cadenassables (AFNOR, 2004).

4.2.1.6 Vérification

La norme CSA Z460-13 stipule qu'il faut vérifier que les énergies dangereuses ont bien toutes été contrôlées avant de commencer les travaux. La norme CSA Z460-13 donne quelques exemples de façons de procéder pour l'étape de vérification de l'absence d'énergie.

- « Une telle vérification peut, par exemple, être effectuée en :
- a. mettant les circuits à l'essai;
 - b. tentant d'effectuer un cycle de vérification de charge;
 - c. procédant à une inspection visuelle de l'emplacement;
 - d. mettant manuellement à l'essai les commandes, les actionneurs ou les mécanismes cadenassés des machines;
 - e. surveillant le mouvement ou le débit; ou
 - f. observant les vidanges, les jauges, les indicateurs, etc. »

Pour les machines agricoles en Ontario, il est recommandé de vérifier que toutes les sources d'énergie ont été isolées en tentant de démarrer l'équipement (Ministry of Labor, 2006). Reese (2009) et l'IAAP (N.D.) précisent qu'il faut non seulement vérifier que les sources d'énergie ont été isolées, mais aussi que toutes les énergies résiduelles ont été contrôlées.

Si la clé d'ignition est utilisée pour assurer les étapes d'isolement et de condamnation (ex. clé d'ignition placée dans une boîte de cadenassage), elle ne peut pas être utilisée pour le test de démarrage à l'étape de vérification. Dans le cas où un coupe-batterie est utilisé, la clé d'ignition sera disponible pour ce test.

4.2.1.7 Remise en service

Selon la norme CSA Z460-13, que la remise en service soit temporaire (mise à l'essai) ou définitive (intervention terminée), les étapes doivent être décrites dans la procédure. Dans les deux cas, les considérations sont semblables, à savoir :

- Notifier le personnel concerné;
- Vérifier l'état de l'équipement, s'assurer que tout le personnel soit éloigné, que les outils sont dégagés;
- Retirer les cadenas personnels par chaque intervenant;
- Délimiter la zone pour interdire l'accès à l'espace de travail dans le cas d'une mise à l'essai.

Si l'intervention initiale doit se poursuivre, les travailleurs reprennent les étapes de cadenassage depuis le début. Le guide pour les interventions dans le domaine agricole (Ministry of Labor, 2006) et Reese (2009) sont les deux autres sources d'information sur ce point et leurs recommandations sont les mêmes.

4.2.2 Pratiques actuelles pour le cadenassage des équipements mobiles dans le secteur municipal

Cette sous-section décrit, pour les trois établissements visités lors de l'étude, des éléments en lien avec (1) leur démarche d'implantation, (2) l'inventaire des équipements mobiles et des interventions, (3) les procédures de cadenassage, (4) le matériel de cadenassage, (5) les difficultés et bons coups. Ces résultats seront repris dans la section « Discussion ».

4.2.2.1 Démarche d'implantation du cadenassage des équipements mobiles

Les établissements A et B sont des services des TP d'une municipalité, ils ont un profil général semblable. L'établissement C est un fournisseur d'équipements mobiles et gère un plus grand nombre d'équipements mobiles utilisés dans le secteur municipal. Les visites ont eu lieu avant janvier 2016 et la refonte du RSST concernant le cadenassage.

Le tableau 11 comporte un résumé des raisons qui ont mené à l'implantation d'un programme de cadenassage pour les équipements mobiles dans les trois établissements visités, ainsi que l'intégration de ce volet par rapport au cadenassage des équipements fixes.

Pour les trois établissements, le volet « équipement mobile » a été intégré dans le programme de cadenassage au même titre que celui sur les équipements fixes par l'intermédiaire d'un groupe de travail en interne composé à la fois de gestionnaires et d'employés. Ce travail a été initié de façon spontanée dans un des établissements et imposé par la CNESST dans les deux autres après une inspection. La stratégie pour développer les procédures de cadenassage pour ces équipements a été la même que celle pour les équipements fixes dans les établissements A et B. Devant le nombre de types d'équipements mobiles, l'établissement C a privilégié une procédure de cadenassage générale par type d'équipement et a demandé à se référer au manuel du fabricant

pour les spécificités de chaque équipement. Cette approche avait été décidée avant la refonte du RSST pour l'ajout de dispositions sur le cadenassage.

Tableau 11 : Implantation du cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités

	A – TP, municipalité	B – TP, municipalité	C – Atelier fournisseur
Déclencheur pour le cadenassage des équipements mobiles	Inclus spontanément de par leur dangerosité, les bris réguliers et les incidents.	À la demande de la CNESST.	À la demande de la CNESST.
Gestion de projet mise en place	Comité de travail interne.	Comité de travail interne. Aide de la mutuelle.	Comité de travail interne.
Comparaison avec le cadenassage des équipements fixes	Idem. Sauf que les procédures liées aux équipements mobiles sont un peu plus complexes que celles pour les équipements fixes (ex. : cadenassage en atelier ou sur le terrain; maîtrise des énergies résiduelles).	Idem. Toutefois, des réparations sur le terrain peuvent survenir notamment pour poser un diagnostic avant d'appeler les mécaniciens.	La solution utilisée ne nécessitait pas de procédure de cadenassage spécifique par équipement. Le principe utilisé reposait sur 3-4 procédures génériques, selon la famille d'équipements mobiles.
Programme de cadenassage	Inclus dans le programme de cadenassage au même titre qu'un équipement fixe.		

4.2.2.2 Équipements mobiles et interventions

Le tableau 12 présente l'inventaire des équipements mobiles ainsi que les interventions qui ont été ciblées.

Pour les trois établissements, il n'y a pas eu de définition spécifique pour les équipements mobiles ni d'exclusion d'équipements en particulier. L'objectif des établissements était d'inclure tous les équipements, quels qu'ils soient, à partir du moment où des interventions hors production sont effectuées. Des regroupements d'équipements mobiles par type ont toutefois été évoqués (ex. : véhicule utilitaire, à benne, véhicule lourd, usage spécialisé). Les interventions ciblées en atelier ont été les mêmes que celles retenues pour les équipements fixes à savoir toutes les interventions hors production. Les interventions en dehors de l'atelier ont été traitées différemment. L'établissement C a privilégié l'application de procédure de cadenassage sur le terrain tandis que les établissements A et B ont misé sur un retour autant que possible de l'équipement en atelier. Dans l'établissement A, des interventions mineures (ex. : déblocage, réparation) pouvaient toutefois être exécutées sur le terrain par l'opérateur de l'équipement avec des procédures spécifiques (ex. clé d'ignition dans la poche).

Tableau 12 : Inventaire des équipements mobiles et des interventions relatives au cadenassage dans les trois établissements visités

	A – TP, municipalité	B – TP, municipalité	C – Atelier fournisseur
Définition d'équipement mobile utilisé	Pas de définition. Inclusion de tous les équipements qui sont mobiles incluant les véhicules utilitaires. Il n'y a pas eu d'exclusion.		
Inventaire des équipements mobiles	208 équipements, répartis en 5 groupes : - camionnette, fourgonnette, véhicule utilitaire; - à benne basculante; - chargeuse, rétro-excavatrice; - nacelle; - véhicule-outil (ex. : balai de rue, camion aspirateur [vacuum], etc.) + remorques.	120 équipements : véhicules routiers divers; camion à benne basculante; balai de rue; rétro-excavatrice, chargeuse à roue; nacelle; tracteur; surfaceuse à glace; aérateur; épandeur; déchiqueteuse; remorques; chariot élévateur; équipements manuels : tondeuse, souffleuse manuelle.	1500 équipements différents répartis en 5 groupes : - camion; - énergie (ex. génératrice sur camion); - manutention (ex. chariot élévateur); - lourd (ex. : chargeuse, pelleuse, paveuse); - location (ex. : chaufferette sur roues, pompe portative).
Intervention	- Toutes les interventions sur les équipements en atelier. - Sur le terrain, l'opérateur du véhicule appellera l'atelier (80 % des cas). Pour les interventions mineures de courte durée (ex. : déblocage, changement de boulon), l'opérateur n'appliquera pas de procédure de cadenassage, mais devrait avoir la clé d'ignition sous son contrôle.	- Toutes les interventions sur les véhicules en atelier. - Pas d'intervention sur le terrain permise.	Même procédure pour les interventions en atelier et sur le terrain.

4.2.2.3 Procédure de cadenassage des équipements mobiles

Le tableau 13 expose les solutions mises en place par les trois établissements afin de réaliser les principales étapes d'une procédure de cadenassage. Les établissements A et B ont été regroupés, car leurs approches étaient similaires (excepté pour l'étape de condamnation).

Tableau 13 : Application des principales étapes d'une procédure de cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités

	A et B – TP, municipalités	C – Atelier fournisseur
Signalisation Arrêt de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêter le moteur (clé, bouton). - Apposer parfois une étiquette d'avertissement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêter le moteur et garder la clé d'ignition sur soi. - Apposer une étiquette d'avertissement.
Dissipation des énergies accumulées/ résiduelles	<ul style="list-style-type: none"> - Cales : roue, direction au volant. - Barrures : châssis articulés, cylindre, bennes basculantes. - Chaîne de retenue de la porte de la benne basculante avec cadenas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Stationner sur une surface plane. - Placer les accessoires au sol ou les stabiliser. - Appliquer le frein de stationnement. - Verrouiller les systèmes hydrauliques. - Relâcher la pression hydraulique. - Éliminer les autres énergies résiduelles.
Isolement des sources d'énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Retrait de la clé d'ignition. - Coupe-batterie si présent. 	Isolement de la batterie : <ul style="list-style-type: none"> - Coupe-batterie, ou - Retrait des câbles des pôles de la batterie si pas de coupe-batterie.
Cadenassage des sources d'énergie (condamnation)	Établissement A <ul style="list-style-type: none"> - Clé d'ignition placée dans une boîte de cadenassage dans le véhicule. - Chaque intervenant place son cadenas personnel sur la boîte de cadenassage. - Doubles des clés d'ignition contrôlées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apposer son cadenas personnel sur le coupe-batterie ou sur le couvre pôle de batterie.
	Établissement B <ul style="list-style-type: none"> - Garder la clé sur soi ou dans le bureau du superviseur. 	
Vérification	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier la stabilisation des accessoires. - Vérifier qu'il n'y a pas de pression résiduelle dans le système hydraulique en actionnant par exemple les leviers de commande. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un périmètre de sécurité. - Essayer de redémarrer avec la clé d'ignition. - Vérifier la stabilisation des accessoires.

Les différences entre les établissements A et B et l'établissement C résident dans l'isolement des sources d'énergie et de la condamnation. Pour les établissements A et B, l'isolement des sources d'énergie et la condamnation reposent sur le retrait et le contrôle de la clé d'ignition (ex. dans une boîte de cadenassage ou dans le bureau du superviseur). À noter que pour l'établissement B, il n'y a pas d'utilisation de cadenas personnel dans la procédure. Un exemple de procédure de cadenassage utilisé par l'établissement A est fourni à l'annexe C. Cette procédure est présentée à des fins illustratives et non comme une recommandation d'un modèle à suivre. L'établissement C passe systématiquement par l'isolement de la batterie et la pose des cadenas individuels. Cette manière de faire permet d'utiliser la clé d'ignition (ou le dispositif équivalent, tel un bouton de démarrage) pour effectuer l'étape de vérification de la procédure. Des photos illustrant l'application d'une procédure de cadenassage à l'établissement C sont disponibles à l'annexe D.

4.2.2.4 Procédures et matériel de cadenassage

Le tableau 14 présente les pratiques liées à l'élaboration, à l'accessibilité et au suivi des procédures de cadenassage. Des informations sur l'accessibilité du matériel de cadenassage sont également disponibles.

Tableau 14 : Gestion du matériel et des procédures de cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités

	A – TP municipalité	B – TP municipalité	C – Atelier fournisseur
Élaboration, validation et préparation des procédures de cadenassage	<ul style="list-style-type: none"> - 1 procédure par véhicule. - Par le comité de cadenassage + consultants + représentants syndicaux. - Avec un logiciel spécialisé. - Le codage des équipements existait déjà. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 procédure par véhicule. - En interne par le groupe de travail avec la participation des travailleurs concernés par les équipements. - Utilisation d'un logiciel de traitement de texte. Les procédures ont été élaborées en 3 mois environ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de procédure de cadenassage pour chaque équipement mobile. Mise en place de procédures avec des étapes générales qui s'appliquent par groupe d'équipements. - Par le groupe de travail en interne.
Accessibilité et utilisation des procédures de cadenassage et de suivi	<ul style="list-style-type: none"> - Procédures placées dans l'équipement et accessibles sur le logiciel dans l'atelier. - Seulement consultées. - Applications inscrites dans le registre. - Registre informatisé à l'atelier et papier sur le terrain. 	<ul style="list-style-type: none"> - Procédures placées dans l'équipement et accessibles sur un poste informatique dans l'atelier. - Seulement consultées. - Applications inscrites dans le registre à l'atelier. 	<ul style="list-style-type: none"> - Procédures générales disponibles dans le logiciel en ligne. - Seulement consultées. - Pas de registre.
Accessibilité des dispositifs de cadenassage (ex. : cales, couvre-pôle, blocage du vérin)	<ul style="list-style-type: none"> - Dans le véhicule pour la boîte de cadenassage et les dispositifs de blocage (sauf la cale de roue). - Camion d'intervention de l'atelier pour les interventions en dehors de l'atelier. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le matériel sera disponible simplement en atelier. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le matériel est disponible dans l'atelier. - Pour les interventions sur le terrain, il faut prévoir le matériel nécessaire (ex. grâce à la surveillance à distance) et l'apporter dans le camion de service.

Les établissements A et B ont élaboré une procédure par véhicule qui s'inspire du même modèle que celui relatif aux équipements fixes. Pour l'établissement A, on retrouve les sections suivantes : localisation du site et identification du responsable, description de l'équipement (ex. : numéro interne, marque, modèle, couleur, année, immatriculation), intervention ciblée, étapes générales de la procédure, étapes spécifiques au cadenassage du véhicule, remise en fonction. La procédure peut être remplie et signée, mais il est privilégié de seulement la consulter et de remplir un registre. Cette solution a également été privilégiée par l'établissement B, qui n'avait toutefois pas de logiciel spécialisé pour réaliser le travail. Les procédures devaient être disponibles à la fois sur un poste informatique et dans l'équipement mobile. L'établissement C a procédé différemment en appliquant des procédures de cadenassage générales et non une procédure par équipement. L'établissement C n'avait pas de registre d'application lors des observations.

4.2.2.5 Retours d'expérience

Le tableau 15 résume le point de vue des établissements visités concernant les difficultés vécues ainsi que les bons coups retenus en matière de cadenassage des équipements mobiles du secteur municipal.

Les difficultés exprimées pour le cadenassage des équipements mobiles par les trois établissements peuvent se regrouper sous quatre thèmes :

- La gestion du projet : assurer une stabilité dans le groupe de travail sur une longue période, mettre en œuvre les directives définies, continuer de suivre le projet après son implantation et gérer des changements dans les méthodes de travail.
- Les procédures de cadenassage : avoir les ressources nécessaires à l'élaboration des procédures et mettre en place un mécanisme efficace pour faire le suivi des applications.
- Les moyens pour les étapes d'isolement des sources d'énergie et de condamnation : contrôler la clé d'ignition principale n'est pas suffisant, inclure l'application d'un cadenas personnel dans la procédure.
- Les interventions en dehors de l'atelier : assurer la disponibilité du matériel nécessaire (ex. cales) et assurer le suivi de l'application.

Les bons coups exprimés sont liés aux difficultés précédentes. Ils peuvent se regrouper en trois points :

- Gestion du changement : favoriser l'adhésion au projet en fonctionnant avec un groupe de travail à l'interne et en impliquant les équipes de travail concernées par les changements.
- Simplification du processus : ne pas exclure certains types d'équipements mobiles, ne pas remplir la procédure de cadenassage à chaque intervention (utiliser un registre), limiter les interventions en dehors de l'atelier ou procéder comme en atelier dans ces situations.
- Cadenas personnel : faire apposer un cadenas personnel par chaque intervenant.

Tableau 15 : Retour d'expérience sur le cadenassage des équipements mobiles dans les trois établissements visités

		A – TP municipalité	B – TP municipalité	C – Atelier fournisseur
Gestion de l'implantation du cadenassage	Difficulté	<ul style="list-style-type: none"> - Trouver une ressource compétente sur le cadenassage pour finaliser le projet - Faire le suivi et persévérer, au gré des changements de personnel 	<ul style="list-style-type: none"> - Garder un porteur de dossier tout au long du processus - Passer de l'étape de la planification à l'étape de l'application : mobiliser les équipes, valider les procédures, faire le suivi 	<ul style="list-style-type: none"> - Gérer le changement dans les méthodes de travail auprès des techniciens, des clients
	Bon coup	<ul style="list-style-type: none"> - Instaurer une culture d'entreprise en n'excluant aucun équipement 	<ul style="list-style-type: none"> - Impliquer les travailleurs des TP pour qu'ils adhèrent au projet - Faire le projet à l'interne a été l'équivalent d'un audit 	s.o.
Procédure de cadenassage	Difficulté	<ul style="list-style-type: none"> - Appliquer le cadenassage pour les équipements mobiles en dehors de l'atelier. Il faut un équilibre entre la sécurité et l'efficacité des interventions 	s.o.	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer une procédure pour chaque équipement - Utiliser la clé d'ignition n'est pas suffisant. Tous les équipements ne sont pas équipés de coupe-batterie - Contrôler les énergies résiduelles demande des accessoires pas toujours disponibles près de l'équipement - Cadenasser partiellement exige une analyse de risque
	Bon coup	<ul style="list-style-type: none"> - Privilégier le rappel en atelier lorsqu'une intervention est nécessaire sur le terrain - Installer une boîte de cadenassage sur l'équipement mobile - Inscrire les interventions dans un registre, plutôt que de remplir la fiche de cadenassage 	s.o.	<ul style="list-style-type: none"> - Simplifier le processus avec des procédures de cadenassage génériques - Harmoniser les pratiques en ayant la même procédure de cadenassage en atelier et sur le terrain. - Apposer un cadenas personnel sur l'isolement de la batterie, quel que soit l'équipement - Avoir une étape de vérification formelle en utilisant la clé d'ignition

s.o. : sans objet

4.2.3 Fabricants : Conception et manuel d'opération et de maintenance

Cette sous-section traite de la présence de dispositifs d'isolement des énergies cadenassables dès la conception des équipements mobiles et du contenu des manuels d'opération et de maintenance.

4.2.3.1 Dispositifs d'isolement des énergies

La sous-section 5.2 de la norme CSA Z460-13 stipule que « les machines, les équipements et les processus doivent être conçus, fabriqués, fournis et installés avec des dispositifs d'isolement des sources d'énergie de façon qu'ils soient conformes [...] ». De plus, « les dispositifs d'isolement des sources d'énergie doivent pouvoir être cadenassés ou sécurisés dans une position d'isolement efficace ».

Le principal dispositif d'isolement d'énergie sur les équipements mobiles est le coupe-batterie. En effet, sans énergie électrique, le moteur thermique de l'équipement ne peut pas démarrer et la pompe hydraulique ne peut pas fonctionner. En réalité, la clé d'ignition n'est pas un dispositif d'isolement des énergies, mais plutôt un dispositif de commande, équivalent à un bouton de démarrage et d'arrêt sur une machine fixe.

Selon les observations effectuées, plusieurs situations sont possibles en présence d'un coupe-batterie sur les équipements mobiles (figure 5) :

- l'équipement mobile n'est pas équipé de coupe-batterie : cela a été observé pour les petits équipements mobiles de type mini-chargeuse frontale;
- l'équipement mobile est équipé d'un coupe-batterie qui n'est pas cadenassable sans l'ajout d'un accessoire (ex. sélecteur rotatif ou à clé) : ce cas a été observé dans la majorité des situations (environ 70 %);
- l'équipement a un coupe-batterie cadenassable, par exemple à l'aide d'une barrure sur l'interrupteur.



Figure 5 : (a) et (b) coupe-batteries rotatifs non cadenassables sans ajout d'accessoire, (c) coupe-batterie à clé cadenassable à l'aide d'une barrure.

Ainsi, dans la majorité des cas observés les équipements disposaient d'un coupe-batterie, mais qui n'était pas conçu pour recevoir un cadenas ou un morillon. Les coupe-batteries utilisés dans une procédure de contrôle des énergies dangereuses doivent respecter les exigences des sections 5.3 à 5.6 de la norme CEI 60204-1 (2005) et par le même fait respecter les exigences de la norme CEI 60947-3 (2008). La section 5.3 de la norme CEI 60204-1 (2005) porte notamment sur les exigences spécifiques de ces appareils, leur moyen de manœuvre, leur emplacement, les circuits exclus et les moyens pour éviter un redémarrage intempestif (ex. pouvoir apposer un cadenas). On retiendra notamment à la section 5.3.3 de la norme que l'appareil de sectionnement ne peut indiquer la position « Mise hors tension » que si tous les contacts sont effectivement ouverts et si les exigences pour la fonction de sectionnement ont toutes été satisfaites. À la section 5.4 de la norme (Appareils de coupure pour éviter un redémarrage intempestif), il est mentionné que « des moyens doivent être fournis pour empêcher la fermeture par inadvertance et/ou par erreur de ces appareils » (CEI 60204-1, 2005).

Concernant les accessoires additionnels qui peuvent être nécessaires pour le contrôle des énergies potentielles (ex. : cales de roue, cale de benne, cale pour vérins hydrauliques, barrure d'articulation du châssis du véhicule), leur présence a été observée sur plusieurs équipements. À noter que la sous-section 5.9 de la norme CSA Z460-13 précise que « les mesures de protection physiques (p. ex., des tiges, des caches, des cales, des retenues et des chaînes) doivent être conçues pour résister à toutes les forces auxquelles elles seront soumises, en plus d'avoir un facteur de sécurité adéquat conformément aux normes pertinentes ». De plus, le maintien en place de ces accessoires doit être contrôlé tout au long de l'intervention, soit en les cadenassant soit en rendant leur retrait impossible (ex. bloqués sous le poids de l'équipement).

4.2.3.2 Documentation du fabricant

Selon la norme CSA Z460-13, le fabricant, l'intégrateur, le modificateur ou le reconstruteur doit fournir un manuel qui comprend des renseignements sur les dispositifs d'isolement des sources d'énergie et les procédures détaillées pour les interventions de réparation et d'entretien. Lors de la consultation d'une dizaine de manuels de fabricant d'équipements mobiles (ex. : chargeuse, surfaceuse à glace, camion épandeur, balai de rue, table de soufflage) au service des TP de la municipalité participante, les problématiques suivantes ont été observées (Olympia Millenium, N.D.; Johnston, 2005; Tenco, 2003; Volvo, N. D.; Larue, N. D.; CAT, 2013) :

- le manuel de l'équipement n'est pas toujours disponible (manuel ou DVD) puisque le service des achats peut décider de ne pas l'acquérir lorsque le manuel d'un équipement équivalent est disponible (ex. chargeuse);
- le contenu des manuels est très inégal d'un fabricant à l'autre; les informations sur la sécurité lors des interventions hors production ne sont pas toujours faciles à repérer;
- à l'atelier, les manuels sont parfois uniquement disponibles en anglais;
- les procédures de sécurité pour les interventions hors production ne figurent pas toujours dans le manuel du fabricant (ex. balai de rue). Si cette procédure est présente, l'étape de condamnation (c.-à-d. celle consistant à apposer son cadenas personnel sur un dispositif d'isolement des énergies) n'a jamais été relevée;

- dans le cas de la table de soufflage et du camion épandeur, le manuel est un regroupement des informations techniques sur chacun des accessoires ajoutés au véhicule (ex. : benne, système hydraulique). Il n'y a pas un manuel fournissant une vue d'ensemble de l'équipement.

Au-delà des lacunes répertoriées dans les manuels du fabricant concernant les aspects de SST lors des interventions hors production, ceux-ci sont peu ou pas consultés sur les aspects de sécurité selon les contremaîtres de la municipalité participante au dernier volet de la présente étude.

4.3 Démarche d'implantation : suivi d'une municipalité

En complément de l'analyse des accidents et des pratiques en usage, les résultats issus du suivi d'une municipalité sur 18 mois sont présentés dans cette sous-section. La démarche d'implantation du cadenassage de la municipalité a été analysée selon les 11 étapes tirées du plan d'implantation du cadenassage de l'APSAM (Guénette, 2015) présenté à la sous-section 3.2.3. Afin d'optimiser la présentation des résultats, ces étapes ont été regroupées en trois phases :

- Démarrage de la démarche d'implantation du cadenassage des équipements mobiles (étapes 1 à 3 : personne responsable, comité de travail, programme de cadenassage);
- Détermination des besoins en cadenassage (étapes 4 à 6 : inventaires des équipements, sources d'énergie, dispositifs d'isolement, tâche, codification);
- Élaboration des procédures de cadenassage des équipements mobiles (étapes 7 à 9 : élaboration et validation des procédures de cadenassage, acquisition du matériel).

Les deux dernières étapes du plan d'implantation (étapes 10 et 11 : communication, formation, suivi et mise à jour) n'ont pas été traitées. Il s'agit d'une des limites de l'étude. Ces étapes seront réalisées en dehors de la présente étude pour des questions de délai d'implantation.

4.3.1 Démarrage de la démarche d'implantation du cadenassage des équipements mobiles

4.3.1.1 Formation du comité paritaire chargé de l'implantation

Le coordonnateur SST de la Direction des ressources humaines (RH) a été choisi comme responsable de l'implantation du cadenassage des équipements mobiles. Il s'est adjoint un conseiller en prévention patronal et deux représentants de travailleurs. Ces quatre membres font également partie du comité de santé et de sécurité (CSS) de la municipalité. Par ailleurs, puisque le cadenassage des équipements mobiles a des répercussions sur la « Direction des travaux publics et du génie », des contremaîtres de l'atelier mécanique et des opérateurs se sont joints au comité lors de certaines rencontres. Enfin un électricien, personne-ressource pour les questions de cadenassage à la municipalité, a complété le comité. Outre le côté paritaire, le comité était équilibré puisqu'il comportait des travailleurs familiers avec le cadenassage et d'autres familiers avec les équipements mobiles.

4.3.1.2 Pratiques antérieures

D'après les entrevues menées, la pratique antérieure concernant la maintenance des équipements mobiles consistait principalement à arrêter le moteur de l'équipement, à purger l'énergie hydraulique résiduelle et à caler les parties d'équipement en hauteur lorsque nécessaire. La clé d'ignition devait être retirée et gardée par le mécanicien.

4.3.1.3 Début des travaux

L'implantation du cadenassage des équipements mobiles a été effectuée dans le cadre de la mise à jour du programme de cadenassage de la municipalité. Il a été décidé que les éventuelles modifications au programme liées aux équipements mobiles ne seront effectuées qu'une fois la démarche bien avancée (ex. lorsque les procédures de cadenassage seront élaborées).

Dès le début, beaucoup de questions ont été soulevées par le groupe de travail :

- Comment codifier les équipements mobiles alors que la codification actuellement en place se base sur le bâtiment où se trouve l'équipement?
- Comment gérer l'accès aux procédures de cadenassage pour les équipements mobiles?
- Comment gérer l'accès au matériel de cadenassage?
- Quelle est la frontière entre les interventions nécessitant du cadenassage et celles n'en nécessitant raisonnablement pas? Est-ce que les interventions d'entretien du véhicule (ex. changement d'huile), telles qu'effectuées dans un garage automobile, sont concernées par le cadenassage? Quels sont les critères pour déterminer si un équipement mobile est concerné par le cadenassage ou pas?

Dans l'idée de déterminer les équipements concernés par le cadenassage, la définition d'un équipement mobile a été discutée. La notion de mobilité comparativement aux machines fixes est apparue évidente. De même, les petits outils portatifs ont été exclus. La notion de « véhicule outil » était importante aux yeux du groupe de travail, tout comme l'inclusion des éléments tractés. Sur cette base, les équipements de la municipalité ont été listés (annexe E). La municipalité possède 50 types d'équipements mobiles pour un total d'environ 400 unités. Devant la quantité et la variété des équipements, l'équipe de travail a retenu l'idée de se concentrer sur des équipements-pilotes (figure 6). Ces équipements ainsi que les raisons de ce choix sont les suivants :

- Un camion épandeur d'abrasif (sableuse) : type d'équipement associé à des accidents mortels; nettoyage fréquent; présence d'un convoyeur dans la benne;
- Une chargeuse équipée d'une table de soufflage : interventions de déblocage fréquentes (ex. chute à neige ou rouleau); deux moteurs (table de soufflage et chargeuse);
- Une surfaceuse à glace (zamboni): intervention de déblocage occasionnelle (neige/glace); opération de changement de lame.

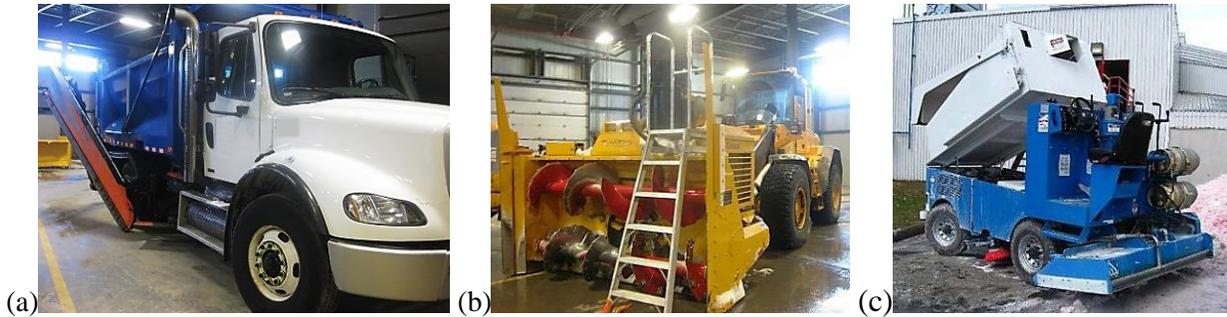


Figure 6 : (a) Camion épandeur, (b) chargeuse équipée d'une table de soufflage, (c) surfaceuse à glace.

4.3.2 Détermination des besoins en matière de cadenassage

L'équipe de travail et les membres de l'équipe de recherche ont pris le temps d'analyser les trois équipements pilotes pour comprendre leur fonctionnement. Des détails techniques additionnels sur ces trois équipements sont disponibles à l'annexe E.

La liste des interventions nécessitant du cadenassage ainsi que la liste des énergies dangereuses ont été dressées en commençant par le camion épandeur. L'inventaire a été fait à partir du document de l'APSAM intitulé *Grille d'inventaire* (APSAM, 2015). La grille complétée se trouve à l'annexe F. Parmi les douze tâches retenues, une seule est effectuée à l'extérieur, les autres étant toutes réalisées à l'atelier. Chacune des douze tâches exige de devoir maîtriser au moins quatre énergies dangereuses différentes. Au moment de l'analyse, aucun des points de coupure ou des dispositifs d'isolement n'était cadenassable pour le camion épandeur étudié.

Dans le programme actuel de la municipalité, il est prévu d'élaborer et d'utiliser une procédure de cadenassage uniquement lorsqu'il y a plus d'un point de coupure d'énergie. Or, d'une part, la nouvelle réglementation exige une procédure de cadenassage pour chaque type d'intervention et, d'autre part, chacune des tâches met en cause plusieurs énergies. Les membres du comité paritaire ont donc réalisé qu'une procédure sera nécessaire dans tous les cas. Toutefois, en réalisant combien de temps devait être investi pour compléter l'inventaire des tâches, des sources d'énergie et des points de coupure pour ce seul équipement (environ ½ journée, avec de nombreuses discussions), l'ampleur du travail pour les 400 équipements mobiles de la municipalité est apparue considérable. Le contremaître mécanicien a réalisé aussi à cette étape que l'implantation du cadenassage pour toutes les interventions alourdir le travail de ses mécaniciens. Il suggère alors d'harmoniser la démarche pour toutes les interventions et tous les équipements mobiles. Aussi, le groupe de travail souhaite que le processus reste simple et facile d'utilisation.

4.3.3 Processus d'élaboration des méthodes de cadenassage

Les choix initiaux effectués à cette étape par la municipalité ont été faits avant l'entrée en vigueur du nouveau règlement sur le cadenassage début 2016. Cette sous-section décrit le processus de réflexion de la municipalité sans porter de jugement. Une discussion sur l'aspect réglementaire compose la sous-section 5.2.3.2.

Le groupe de travail a tout d’abord voulu traiter la question de la gestion de la clé d’ignition. Il a été décidé que l’accès à cette dernière ne devrait pas être empêché (pas de boîte de cadenassage) tout comme l’accès au bloc d’ignition. Le mécanicien devra garder la clé sur lui ou la déposer sur un panneau, et mettre une étiquette sur le bloc d’ignition indiquant que des travaux sont en cours sur l’équipement. Des diagnostics et vérifications étant fréquents, la condamnation de la clé ou du bloc d’ignition est perçue comme un obstacle qui engendrerait des pertes de temps, selon le contremaître et ses mécaniciens. Ces derniers insistent sur l’importance d’avoir une méthode sans grand impact sur leurs méthodes de travail actuelles. D’ailleurs, les discussions ont permis de constater que les méthodes actuelles comportent déjà la majorité des étapes d’une procédure de cadenassage (ex. : blocage des éléments pouvant tomber, gestion de la pression hydraulique). Il manque principalement les étapes de condamnation des dispositifs d’isolement et la signalisation des travaux.

Par ailleurs, devant la différence importante entre les interventions effectuées par les mécaniciens en atelier et celles effectuées par les opérateurs sur le terrain, la municipalité a décidé d’utiliser deux types de procédures, décrites au tableau 16. Afin d’harmoniser le processus, le groupe de travail a souhaité, pour les mécaniciens, une procédure de cadenassage unique, commune à tous les équipements. Une ébauche est présentée à l’annexe G. L’intervenant, avant d’effectuer les travaux, devait passer en revue la liste des énergies dangereuses proposées et prendre les mesures de réduction du risque en fonction de la tâche à réaliser. Il devait cocher les éléments réalisés. Cette version a été soumise aux mécaniciens qui l’ont acceptée. Les mécaniciens ont également aidé à définir une procédure de mise à l’arrêt pour une durée prolongée (ex. attente de pièces de remplacement). Ces étapes sont :

1. Placer des pancartes informatives sur le volant et sur le pare-brise;
2. Verrouiller la porte du véhicule;
3. Placer la clé d’ignition sous la responsabilité du planificateur technique;
4. Associer le nom du technicien à la clé du véhicule.

Tableau 16 : Description des deux types de procédures de cadenassage choisis

Liste de vérification pour les mécaniciens	Procédure d’intervention pour les opérateurs
<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier la liste générique des énergies et des moyens de contrôle. Rappels complémentaires. - Sensibiliser les mécaniciens sur ce qu’ils doivent vérifier sans les contraindre dans une procédure. - S’appuyer sur les techniques de travail existantes qui font partie du métier. En cas d’incertitudes, il est recommandé de consulter le manuel d’entretien. - Inclure les indications en cas d’arrêt de l’équipement pour une longue journée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cibler des interventions autorisées (par la direction) qui nécessitent une intervention de l’opérateur sans rappel à l’atelier. Les interventions évoquées sont : le déblocage et le changement de boulons sur la table de soufflage, ainsi que le déblocage de la resurfaçuse, le nettoyage du réservoir et le changement de couteau. - Suivre une procédure détaillée pour chaque intervention.

Les questions qui étaient en suspens à ce stade de la réflexion sont résumées au tableau 17.

Tableau 17 : Questions en suspens et pistes de réflexion

Questionnement	Piste de réflexion
Cette façon de procéder est-elle en adéquation avec le règlement?	- Une vérification auprès de la CNESST s'impose
Comment gérer le double des clés?	- La procédure étant basée sur la clé d'ignition (la garder sur soi), la gestion des doubles devient importante. - L'accès au double des clés est nécessaire dans certains cas (ex. si on n'a pas la clé principale).
Affichage de l'opération en cours nécessaire?	- Les doubles des clés n'étant pas totalement contrôlés, l'affichage d'une opération en cours est un élément de prévention nécessaire.
Quand est-ce que les mécaniciens doivent remplir la liste de vérification?	- Exemple : est-ce nécessaire pour un changement d'essuie-glace? - Il est suggéré de la remplir pour toutes les interventions, dans un premier temps.
Quand doit-on contrôler l'équipement pour un arrêt prolongé?	- Il semblerait qu'à partir du moment où l'on ne peut pas finir la tâche (ex. attente de pièce), la procédure d'intervention prolongée devra être utilisée.
Comment faire lorsqu'il y a plusieurs intervenants?	- Cette situation est marginale et ponctuelle. Toutefois, le mécanisme de gestion devra être précisé par une procédure de travail spécifique.

Une fois que la première version de la procédure de cadenassage générale a été développée, la question de la conformité au règlement a été posée. La nouvelle version du règlement est entrée en vigueur après que cette approche ait été choisie. Il est ressorti des échanges avec la CNESST que :

- Les procédures et les listes de vérification génériques sont, en toute rigueur, insuffisantes. C'est un pas dans la bonne direction, mais cela ne répond pas entièrement aux exigences du RSST, selon lesquelles il faut une procédure par équipement par regroupement de tâches.
- L'étape de condamnation doit être effective dans la procédure de cadenassage. Le retrait de la clé d'ignition n'est pas suffisant.

Les éléments nécessaires à l'élaboration de procédures de cadenassage pour les équipements mobiles conformes aux exigences du RSST sont présentés à la sous-section 5.2.3. Si une procédure alternative au cadenassage est visée, la sous-section 5.2.4 suggère des pistes de réflexion.

4.3.4 Étapes subséquentes et difficultés rencontrées par les membres du comité paritaire

4.3.4.1 Poursuite des travaux

La liste de vérification, détaillée à l'annexe G, a par la suite été intégrée au système informatique utilisé par la municipalité. Concrètement, les éléments de la liste ont été ajoutés au début du bon de travail pour un équipement. Cependant, quelques problèmes ont été constatés :

- Ces ajouts ne peuvent pas apparaître sur des bons de travail non planifiés;
- Le logiciel de gestion est peu flexible et nécessite alors de cocher la case « OK » sur toutes les lignes même si l'énergie ciblée n'est pas présente;

Il manque des éléments par rapport aux exigences de l'article 188.6 du RSST.

Cette façon de faire est donc insuffisante. Ainsi, à la lumière des discussions internes et des informations précisées par la CNESSST, les membres du comité paritaire ont décidé de changer de stratégie :

- Un cartable regroupant toutes les procédures de cadenassage sera monté pour consultation. Il y aura une procédure par équipement. Ces procédures n'auront pas à être remplies à chaque intervention. Si possible, la procédure de cadenassage sera jointe au bon de travail dans le logiciel, mais cela semble difficile a priori;
- Afin de s'assurer que les procédures de cadenassage sont appliquées, une case à cocher dans les fiches d'inspection déjà utilisées sera ajoutée. Dans les autres cas (pas de fiche d'inspection), la vérification devra se faire spécifiquement par des audits réguliers.

Concernant la codification, il a été décidé d'ajouter un code désignant un bâtiment virtuel correspondant au « parc véhicule ». Par ailleurs, la réglementation exige la codification de chaque point de coupure des énergies. Cette codification doit être utilisée, en particulier dans les procédures de cadenassage. Toutefois, le groupe de travail estime lourde et inutile cette codification étant donné qu'il n'y a pas de confusion possible dans le cas d'un véhicule (ex. quelle est la plus-value de codifier l'unique batterie du véhicule?). Les discussions ont fait ressortir l'importance de la clarté des instructions de la procédure de cadenassage. L'utilisation de pictogrammes facilement compréhensibles sur le véhicule est également suggérée.

En outre, à la suite du changement de stratégie, le groupe de travail n'a pas été en mesure de répondre à toutes les questions au cours de la période de suivi. Les membres du comité paritaire devront statuer en particulier sur :

- L'étape de condamnation : cette étape est actuellement absente du processus et va demander d'ajouter une étape à la méthode de travail actuelle des mécaniciens;
- Les interventions nécessitant l'application du cadenassage : quelle est la limite acceptable entre une intervention mineure, de routine (ex. changement d'essuie-glace) et une intervention de maintenance? Dans quels cas une procédure de travail autre que le cadenassage pourrait-elle être mieux adaptée?

Dans tous les cas, la municipalité tient à implanter le cadenassage des équipements mobiles en collaboration avec la CNESST. Toutes les décisions prises seront soumises au bureau régional de la CNESST afin de s'assurer que les orientations soient conformes. Finalement, si l'on considère les onze étapes du plan d'implantation du cadenassage, la municipalité est toujours en cours d'élaboration des procédures de cadenassage (étape 7), d'acquisition et organisation du matériel (étape 8) et de validation des procédures (étape 9). Ces trois étapes se déroulent en parallèle.

4.3.4.2 Gestion de projet

Au cours des 18 mois nécessaires à la réalisation de cette étude, on peut estimer que la municipalité participante a consacré au minimum 50 jours de travail à ce projet (c.-à-d. 13 réunions d'une ½ à 1 journée à 4 personnes en plus des suivis des contremaîtres en atelier). Le changement réglementaire survenu au cours du projet a mené à un changement de stratégie et a donc nécessité un effort supplémentaire de la part des intervenants.

Les membres du comité paritaire chargé de l'implantation du cadenassage des équipements mobiles ont rencontré certaines difficultés énoncées précédemment, notamment concernant les étapes et l'élaboration des procédures. Le tableau 18 résume les difficultés spécifiques à la gestion de projet. Ces points peuvent être communs à toute municipalité ou entreprise s'engageant dans une démarche d'implantation du cadenassage des équipements mobiles au Québec, en tenant compte du changement réglementaire instauré en 2016.

Tableau 18 : Difficultés de gestion de projet rencontrées par la municipalité participante

Difficulté	Explication sommaire
Durée de la démarche	<ul style="list-style-type: none"> - Type de projet qui demande une longue période à mettre en place. - Volume de travail important (beaucoup d'informations à collecter, quantité élevée d'équipements mobiles possédés). - Nombre élevé d'intervenants pour dégager un consensus viable (problèmes de disponibilité de chacun). - Personnel non affecté à plein temps à cette activité. - Disponibilité saisonnière des équipements mobiles. - Sujet soulevant beaucoup de questionnements (souvent liés à des appréhensions de la part des travailleurs).
Gestion des achats	<ul style="list-style-type: none"> - Politique du plus bas soumissionnaire : empêche d'harmoniser les marques des équipements et de bénéficier de l'expertise acquise. - Parfois les manuels d'utilisation et d'entretien ne sont pas demandés en version papier au moment de l'achat et peuvent faire défaut par la suite.
Gestion du changement réglementaire	<ul style="list-style-type: none"> - Dilemme : que choisir entre une solution plus simple et facile d'application, mais qui soulève un doute sur sa conformité réglementaire, ou une solution plus lourde, conforme au règlement, mais dont l'application sera difficile à contrôler?

5 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 Synthèse des points à discuter

Les différents points d'intérêt relevés au cours des diverses phases de l'étude sont synthétisés au tableau 19.

Tableau 19 : Principaux points d'intérêt en lien avec l'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles

Source d'information	Point d'intérêt
Analyse des accidents	<ul style="list-style-type: none"> - Problématique transversale : secteurs d'activité, types d'équipements. - Plusieurs accidents directement liés à un problème de contrôle des énergies dangereuses. - Problème de sensibilisation, d'organisation et de formation des intervenants (ex. : employeurs, opérateurs de véhicule et personnels de maintenance).
Revue de la littérature	<ul style="list-style-type: none"> - Étapes de signalisation des travaux, de vérification et de remise en service négligées dans la littérature. - Étape d'arrêt sécuritaire spécifique aux équipements mobiles. - Divergence de points de vue sur les étapes d'isolement et de condamnation (ex. clé d'ignition ou coupe-batterie).
Analyse-terrain	<ul style="list-style-type: none"> - Difficultés liées à la gestion du projet d'implantation du cadenassage avec les questions de disponibilité des ressources, d'ampleur du projet, de changement de personnel, de résistance aux changements, de leadership et d'adhésion. - Questionnement sur la notion d'« équipement mobile » lors de l'implantation du cadenassage. - Obligation d'élaborer une procédure de cadenassage par équipement et par intervention, et aussi de faire le suivi de l'application des procédures. - Divergence de points de vue sur les étapes d'isolement et de condamnation (ex. clé d'ignition ou coupe-batterie). - Gestion spécifique des énergies résiduelles dans la procédure de cadenassage qui peut être dépendante de l'intervention à réaliser. - Difficultés d'arrimage des procédures de cadenassage aux bons de travail avec les logiciels de gestion en place. - Gestion spécifique des interventions hors de l'atelier. - Identification des interventions qui doivent être gérées par une méthode alternative au cadenassage.
Fabricants/Fournisseurs Service des achats	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité de dispositifs d'isolement facilement cadenassables sur les équipements mobiles. - Disponibilité de tous les accessoires de cadenassage requis. - Procédure de travail disponible dans les manuels du fabricant ne respectant pas les obligations réglementaires du Québec en lien avec le cadenassage.

5.2 Problématiques organisationnelles et techniques

Les problématiques énoncées au tableau 19 ont été regroupées et discutées selon quatre thèmes : (1) la conscientisation des intervenants, (2) la gestion du projet d'implantation du cadenassage, (3) l'élaboration et l'application des procédures de cadenassage et (4) la gestion des interventions utilisant une méthode autre que le cadenassage.

5.2.1 Conscientisation des intervenants

Les différentes phases de l'étude ont permis de confirmer un problème de maîtrise des énergies dangereuses lors des interventions hors production sur les équipements mobiles au Québec et en particulier dans le secteur municipal. Jusqu'à tout dernièrement, les équipements mobiles étaient rarement considérés par les organisations au regard de l'application de procédures de maîtrise des énergies. En effet :

- Lors de la plupart des accidents mortels répertoriés au Québec lors d'interventions hors production sur des équipements mobiles, aucune procédure de cadenassage n'était prévue par l'organisation. L'opérateur de l'équipement intervient régulièrement en lieu et place du mécanicien. De plus, les trois principaux types d'accidents répertoriés (c.-à-d. chute d'équipement en élévation, pièce en mouvement et équipement mobile en mouvement) sont directement liés à un problème d'application de procédure de type « cadenassage ». L'intervenant n'avait pas la pleine maîtrise des énergies dangereuses lors de l'intervention. La chute d'équipement en élévation est un problème de maîtrise de l'énergie gravitationnelle. Quant au mouvement de l'équipement ou d'une pièce de l'équipement mobile, il concerne un problème d'arrêt de l'équipement, mais aussi d'isolement et de condamnation des énergies liées au redémarrage de l'équipement.
- Les membres du comité de suivi du projet, formé de représentants du secteur municipal, souhaitaient des précisions sur l'application de la section du RSST sur le cadenassage des équipements mobiles. Cette situation démontre que ces équipements sont considérés par les organisations comme une catégorie de machine à part. Dans la majorité des cas, le cadenassage a été implanté ces dernières années pour les équipements fixes, mais pas pour les équipements mobiles. Dans les municipalités dont un représentant a siégé au comité de suivi, l'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles était soit prévue pour une phase subséquente, soit en cours d'implantation.
- Dans la plupart des cas, les fabricants d'équipements mobiles n'ont pas prévu, dans leur manuel de maintenance ou lors de la conception de leurs équipements, l'application d'une procédure de travail de type cadenassage. Il est surtout question d'arrêt sécuritaire, qui peut être une méthode alternative au cadenassage. L'étape de condamnation des sources énergies ne fait pas partie des pratiques mises de l'avant par les fabricants jusqu'à présent. L'installation d'un coupe-batterie cadenassable en adéquation avec la norme CEI 60204-1 (2005) ne fait en général pas partie des dispositifs « de base » que l'on retrouve sur ce type d'équipement.

Ainsi, il semble y avoir un problème de sensibilisation à différents niveaux (c.-à-d. intervenants, employeurs et fabricants) par rapport aux dangers présents lors des interventions hors production sur les équipements mobiles. Pour une meilleure protection des employés concernés par ces

interventions, les premières mesures à mettre en place par les entreprises devraient être les suivantes :

- Développer et utiliser des procédures de cadenassage et d'alternative au cadenassage respectant la réglementation (sous-sections 5.2.3 et 5.2.4);
- Désigner des personnes qualifiées pour appliquer les procédures de cadenassage (ex. mécanicien);
- Conscientiser les opérateurs d'équipements mobiles sur les risques d'entreprendre des tâches hors production ne relevant pas de leurs compétences;
- Mettre en place un système de maintenance préventive et de diagnostic pour limiter le nombre d'interventions non planifiées sur les équipements mobiles;
- Lors de l'achat d'un équipement mobile, inclure dans la soumission l'installation de dispositifs facilitant l'application d'une procédure de cadenassage (ex. coupe-batterie cadenassable conforme à la norme CEI 60204-1) et favoriser les équipements conçus pour limiter le nombre d'interventions dans la zone dangereuse de l'équipement (ex. : lubrification automatique, point de graissage hors d'une zone dangereuse).

Dans les faits, le changement réglementaire a suscité une prise de conscience de la part des parties concernées. La remise au premier plan du cadenassage a permis de clarifier la situation des équipements mobiles avec la CNESST (sous-section 1.1.2.2).

5.2.2 Gestion de projet pour l'implantation du cadenassage

Lors de l'étude, les mécaniciens en atelier n'utilisaient pas de cadenas personnel pour le contrôle des énergies d'un équipement mobile. L'équipement devait être arrêté de façon sécuritaire, la clé d'ignition devait être retirée et gardée par le mécanicien. Ainsi, les principaux éléments qui changent les méthodes de travail des mécaniciens lorsqu'une procédure de cadenassage doit être appliquée sont le suivi d'une procédure de cadenassage spécifique, l'utilisation de cadenas personnel pour le contrôle des sources d'énergie et la mise en place d'étiquettes d'information.

Ces changements imposent une période d'adaptation lors de laquelle une certaine résistance peut apparaître, surtout lorsque les changements ajoutent des étapes à la pratique antérieure, et que le changement est attribuable à des raisons externes. Ce phénomène est commun en gestion de projet (Fabi, 1999). Selon Chinniah et coll., 2012, cette résistance peut se manifester par une remise en question des moindres détails, un manque de coopération, une relance du débat à chaque nouvelle difficulté, etc. L'obstacle le plus fréquemment cité est la difficulté à obtenir l'adhésion du personnel (Kielstra, 2008). Collerette et coll. (1997) mentionnent que pour gérer cette résistance, les responsables du projet doivent notamment (1) consulter et écouter les destinataires du changement, (2) communiquer et expliquer leurs décisions, (3) impliquer les destinataires du changement, (4) répondre aux préoccupations des destinataires et adapter le projet à leurs besoins, (5) trouver des appuis crédibles, (6) faire preuve d'ouverture quant aux possibilités de révision, (7) être attentif au jeu de pouvoir. Il ne faut pas oublier que l'implantation du cadenassage est autant, sinon plus, un projet humain et de communication des risques qu'un projet technique de réduction des risques (Chinniah et all., 2012). Les éléments listés au tableau 18 concernant les difficultés de gestion de projet évoquées par la municipalité participante en sont un rappel.

D'après les informations recueillies, les décisions qui ont pu favoriser une adhésion du personnel de l'atelier mécanique au programme de cadenassage des équipements mobiles sont les suivantes :

- S'appuyer sur les pratiques actuelles des mécaniciens et les règles de l'art du métier qui constituent une base pour un travail sécuritaire. Ajouter les éléments manquants pour être conforme à la réglementation et améliorer davantage la sécurité des intervenants.
- Inclure les contremaîtres et les mécaniciens dans le processus d'implantation puisque ce sont eux dont le travail sera modifié par l'introduction du cadenassage. Le contremaître de l'atelier est une ressource centrale puisqu'il assure le relais entre la direction et les mécaniciens. Le contremaître devra croire à la plus-value du cadenassage en matière de SST pour que l'implantation soit effective et pérenne;
- Former les contremaîtres, les mécaniciens, mais aussi les opérateurs d'équipements mobiles au cadenassage. Une meilleure compréhension de la problématique de SST favorisera son implantation. Les opérateurs devraient être inclus dans la formation afin de les conscientiser aux dangers et d'éviter qu'ils n'interviennent de manière improvisée sur leur équipement. Aussi, ils pourront participer au bon fonctionnement du programme de cadenassage en étant conscients des contraintes des mécaniciens de l'atelier pour réaliser leurs interventions hors production en sécurité;
- Constituer un groupe de travail spécifique à l'implantation du cadenassage stable et disponible. L'investissement en temps peut être important comme en témoigne le nombre de jours investis par la municipalité participante (au minimum 50 jours) et le fait que l'implantation n'ait pas été finalisée;
- Avoir une approche générale inclusive afin de développer une culture de sécurité vis-à-vis des équipements mobiles :
 - o Ne pas faire de distinction entre les équipements fixes et les équipements mobiles dans le programme de cadenassage. Les particularités des équipements mobiles pourront être gérées par le biais de la procédure de cadenassage;
 - o Commencer à travailler sur les interventions les plus préoccupantes en matière de sécurité. Ne pas exclure d'office certaines interventions du programme de cadenassage. Ce travail pourra se faire à l'usage afin de répondre aux préoccupations des mécaniciens et de diminuer leur résistance (sous-section 5.2.4).

5.2.3 Procédures de cadenassage

Les discussions relatives aux procédures de cadenassage portent sur leur contenu et leur élaboration ainsi que sur divers problèmes de mise en application.

5.2.3.1 Étapes des procédures de cadenassage

5.2.3.1.1 Arrêt, signalisation et contrôle des énergies résiduelles

L'analyse des accidents graves et mortels liés à des interventions hors production sur des équipements mobiles a mis en lumière que plus de 50 % des accidents sont dus à une mise en mouvement de l'équipement mobile ou d'une partie de l'équipement. Concrètement, ces accidents étaient liés au fait que (1) une tierce personne ignorant l'activité en cours intervient, (2) une action involontaire sur un dispositif de commande (ex. levier) met une pièce en mouvement, (3) l'équipement s'est mis en mouvement à cause d'une immobilisation inadéquate. Dans la plupart de ces cas, le moteur de l'équipement était encore en marche ou la clé d'ignition encore insérée dans le démarreur. L'arrêt sécuritaire de l'équipement aurait permis d'éviter la majorité de ces accidents. Les détails pour arrêter l'équipement de manière sécuritaire sont parfois escamotés dans les procédures observées sur le terrain, « arrêter l'équipement » étant la seule consigne mentionnée.

L'arrêt sécuritaire est, à quelques détails près, commun à tous les équipements. Il constitue une phase incontournable pour la maîtrise des énergies dangereuses sur un équipement mobile, quelle que soit la méthode choisie. Selon la revue de la littérature (voir tableau 10), l'analyse des accidents et les observations sur le terrain, cette étape devrait inclure les éléments suivants :

1. Stationner l'équipement sur un terrain ferme et plat;
2. Appliquer les freins de stationnement;
3. Mettre la transmission dans la position indiquée par le fabricant;
4. Abaisser les accessoires au sol lorsque possible OU les placer dans la position désirée pour faire l'intervention;
5. Caler, bloquer ou attacher les accessoires qui ne sont pas au sol selon les recommandations du fabricant. Maintenir les accessoires en place (ex. : bloquer l'accessoire, apposer un cadenas);
6. Éteindre l'équipement en coupant toutes les sources de puissance (ex. : moteur principal, moteurs auxiliaires, désengager le système hydraulique);
7. Retirer la clé d'ignition si l'équipement en requiert une;
8. Placer des cales de roues si nécessaire (ex. : terrain en pente, travaux sur le système de freinage);
9. Délimiter la zone d'intervention et signaler qu'une intervention est en cours (ex. étiquette dans la cabine ou avec le cadenas personnel);
10. Verrouiller la cabine si l'équipement ne requiert pas de clé d'ignition;
11. Aviser le personnel concerné des travaux en cours.

5.2.3.1.2 Isolement et condamnation des sources d'énergie

Les étapes d'isolement et de condamnation sont celles qui ont soulevé le plus d'interrogations de la part des municipalités consultées. L'étape de condamnation n'était pas appliquée jusqu'à présent dans les ateliers municipaux. Les manuels des fabricants n'en font d'ailleurs pas mention.

Sur le terrain ou dans la littérature, plusieurs approches ont été répertoriées pour ces deux étapes : (1) la gestion de la clé d'ignition avec ou sans boîte de cadenassage, (2) l'utilisation d'un coupe-batterie. La gestion de la clé sans boîte de cadenassage signifie que l'intervenant contrôle la clé d'ignition en la gardant sur soi ou en la plaçant à un endroit prévu à cet effet. La gestion de la clé avec une boîte de cadenassage signifie que l'intervenant place la clé d'ignition dans une boîte de cadenassage et appose son cadenas personnel sur la boîte. Les avantages et les limites de chacune de ces approches sont énoncés au tableau 20.

Tableau 20 : Éléments de réflexion en lien avec l'utilisation de la clé d'ignition ou d'un coupe-batterie pour les étapes d'isolement et de condamnation d'une procédure de cadenassage sur un équipement mobile

	Avantage	Limite
Gestion de la clé d'ignition	<ul style="list-style-type: none"> - Clé d'ignition disponible sur presque tous les équipements. - Pratique suffisante pour la plupart des interventions en ce qui concerne la coupure des énergies. - Pratique déjà utilisée lors des interventions par les mécaniciens. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agit sur un dispositif de commande et non sur un dispositif d'isolement des sources d'énergie. - En théorie, le moteur peut encore redémarrer (ex. problème électrique). - Tous les doubles de la clé d'ignition doivent être sous contrôle pour véritablement empêcher le redémarrage de l'équipement. - Tous les équipements ne sont pas équipés de clé d'ignition (ex. bouton de démarrage). - Sans boîte de cadenassage, il n'est pas possible que chacune des personnes ayant accès à la zone dangereuse ait le contrôle de l'équipement en installant un cadenas personnel.
Gestion de la batterie (coupe-batterie ou retrait des câbles des pôles)	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositif d'isolement de l'énergie électrique. - Coupure de tout redémarrage du moteur à la source. Pas de démarrage à distance. - Pratique conforme aux exigences du RSST concernant le cadenassage. - Point de coupure potentiellement cadenassable. - Clé d'ignition disponible pour l'étape de vérification. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les équipements ne sont pas équipés d'un coupe-batterie. Son ajout entraîne des coûts de l'ordre d'une centaine de dollars. - Coupe l'alimentation de certains éléments comme le GPS (problématique sur les véhicules incendies) ou l'ordinateur de bord, ce qui peut entraîner la perte de réglages une fois les condensateurs déchargés. - Ajoute une étape alors qu'il n'est pas nécessaire de couper la batterie pour toutes les interventions.

Selon ces limites, la gestion de la clé d'ignition ne permet pas de rencontrer les obligations réglementaires associées à une procédure de cadenassage. Premièrement, le démarreur n'est pas un dispositif d'isolement d'une source d'énergie, mais un élément du circuit de commande. Deuxièmement, chaque intervenant n'a pas le contrôle de la clé d'ignition à moins d'utiliser une boîte de cadenassage. Cette boîte peut être installée de façon permanente dans l'équipement mobile ou être empruntée à l'atelier mécanique. Dans les faits, si la procédure se base sur la gestion des clés d'ignition, il s'agira d'une méthode de contrôle des énergies autre que le cadenassage. Une analyse du risque, comme spécifiée à l'article 188.4 du RSST devra déterminer si, dans certains cas (ex. risque faible), sa mise en place est suffisante. Toutefois, la gestion des doubles de clé devra être assurée pour garantir un minimum d'efficacité à cette méthode. Selon les données recueillies, le mécanicien de l'atelier mécanique peut avoir des difficultés à localiser les doubles de clé en circulation dans la municipalité (ex. celle gardée par l'opérateur). Dans le même ordre d'idée, il a été confirmé que plusieurs équipements mobiles peuvent utiliser la même clé d'ignition.

L'utilisation d'un coupe-batterie cadenassable conforme à la norme CEI 60204-1 (2005) favorise le respect des principes réglementaires d'une procédure de cadenassage, puisqu'il agit sur le circuit de puissance et permet aux intervenants de placer leur cadenas personnel. Elle facilite la gestion des problématiques spécifiques du démarrage à distance et des véhicules électriques. Concernant les limites énoncées au tableau 20 pour le coupe-batterie, il peut être nécessaire de placer certains éléments sensibles à bas voltage (ex. : GPS, ordinateur de bord) sur une batterie auxiliaire ou un circuit électrique distinct. Au moment de l'appel d'offres, il est également nécessaire de préciser l'inclusion d'un tel dispositif conforme à la norme CEI 60204-1 puisqu'il n'est pas toujours disponible « de série ». Si un équipement mobile n'est pas équipé d'un coupe-batterie, il faudra alors prévoir le budget pour l'ajouter. Si la flotte d'équipements est importante, l'impact budgétaire peut être significatif. La garantie de l'équipement peut être un facteur à prendre en compte, même si cela n'a pas été une réelle préoccupation pour les intervenants rencontrés.

À noter que le coupe-batterie sera le seul dispositif d'isolement des sources d'énergie dans la plupart des cas sur un équipement mobile. Toutefois, l'utilisation d'une valve hydraulique ou pneumatique peut, dans certains cas, être appropriée.

5.2.3.1.3 Vérification et remise en service

Les étapes de vérification et de remise en service (décadenassage) sont les étapes les plus négligées d'après la revue de la littérature. Sur le terrain, ces étapes ne constituent pas non plus un point d'intérêt. L'étape de vérification a été effective dans les cas où un coupe-batterie est utilisé pour les étapes d'isolement et de condamnation des sources d'énergie. En effet, dans cette situation, un test de démarrage peut être exécuté avec la clé d'ignition. Un périmètre de sécurité doit préalablement être mis en place. Lorsque la clé d'ignition est condamnée, peu d'options s'offrent pour réaliser un test de vérification. Des vérifications quant à l'installation des dispositifs de calage et les énergies résiduelles (ex. hydraulique) doivent toutefois être effectuées.

Pour la remise en service, les recommandations formulées dans la littérature (sous-section 4.2.1.7) doivent être considérées. La mise en place d'un périmètre de sécurité et la notification du personnel concerné doivent notamment être effectuées. La remise en service peut causer des

mouvements inattendus de la machinerie (ex. chute d'un accessoire à la suite de travaux sur le système hydraulique).

5.2.3.1.4 Séquence des étapes suggérées pour le cadenassage

En se basant sur les sous-sections précédentes, les grands blocs suggérés pour une procédure de cadenassage pour la plupart des équipements mobiles sont les suivantes :

1. Arrêt sécuritaire (sous-section 5.2.3.1.1);
2. Isolement de la batterie à l'aide d'un coupe-batterie ou du retrait des câbles des pôles de la batterie (sous-section 5.2.3.1.2);
3. Pose des cadenas personnels et de département au besoin (ex. changement de quart) sur le coupe-batterie ou les couvre-pôles (sous-section 5.2.3.1.2);
4. Contrôle des autres dispositifs d'isolement au besoin (ex. valve) ;
5. Contrôle des énergies résiduelles autres que celles gérées lors de l'arrêt sécuritaire;
6. Vérification de la procédure à l'aide d'un test de démarrage (ex. bouton ou clé d'ignition) et en validant les étapes effectuées précédemment (sous-section 4.2.1.6);
7. Spécifications pour la remise en service (sous-section 4.2.1.7).

Ces différentes étapes constituent le canevas de base. Elles devront être modulées au besoin en fonction de l'équipement et de l'intervention (ou groupe d'intervention). Certains éléments sont communs à la plupart des équipements (ex. arrêt sécuritaire), d'autres sont propres à chaque équipement mobile (ex. énergie résiduelle).

5.2.3.2 Élaboration des procédures de cadenassage

Selon l'article 188.5 du RSST (Gouvernement du Québec, 2016a), « l'employeur doit, pour chaque machine située dans un établissement sur lequel il a autorité, s'assurer qu'une ou plusieurs procédures décrivant la méthode de contrôle des énergies soient élaborées et appliquées ». Cela signifie qu'il faut une ou plusieurs procédures par équipement selon les tâches à réaliser. Les ressources nécessaires pour préparer toutes les procédures de cadenassage sont importantes. Certaines municipalités possèdent plus de 1000 équipements mobiles et les interventions à faire sont nombreuses (ex. : vidange périodique de l'équipement, réparation à la suite d'un accident). Devant ce fait, une solution basée sur une liste de vérification générique commune pour tous les équipements mobiles et reprenant les principales étapes d'une procédure de cadenassage a été envisagée par la municipalité participante (annexe G) et plusieurs autres. Le tableau 21 présente les avantages et inconvénients d'une telle méthode et d'une procédure de cadenassage spécifique.

En définitive, la liste de vérification générique est plus facile à mettre en œuvre que les procédures spécifiques de cadenassage et elle est harmonisée pour toutes les interventions. Toutefois, elle ne répond pas aux exigences réglementaires sur le cadenassage. Cette méthode oblige l'intervenant à décider et à valider une procédure de travail juste avant chaque intervention, ce qui est contraire à l'objectif d'avoir une procédure de cadenassage préparée en amont, validée et spécifique à l'équipement. La figure 7 propose donc une démarche à suivre

pour favoriser l'élaboration des procédures de cadenassage pour les équipements mobiles. Il est recommandé que les procédures soient le plus simple possible et illustrées. Il est primordial de les réviser et de former les utilisateurs annuellement.

Tableau 21 : Éléments de réflexion en lien avec l'utilisation d'une procédure spécifique de cadenassage ou d'une liste de vérification générique pour les équipements mobiles

	Avantage	Problématique
Procédure de cadenassage spécifique	<ul style="list-style-type: none"> - Conforme à l'article 188.5 du RSST. - Particularités de chaque équipement mobile et chaque intervention détaillées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation de ressources importantes pour la préparation de toutes les procédures. - Difficulté d'anticiper toutes les interventions à effectuer sur l'équipement. - Consultation de la procédure non contrôlée.
Liste de vérification générique	<ul style="list-style-type: none"> - Approche harmonisée pour l'ensemble des équipements. - Élaboration et gestion de procédures de cadenassage spécifiques éliminées. - Marge de manœuvre pour le mécanicien dans sa méthode de travail. - Fait office de registre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Non conforme à l'article 188.5 du RSST en l'état puisqu'une liste de vérification générique n'aborde pas les points spécifiques de chaque équipement. - À remplir à chaque intervention.

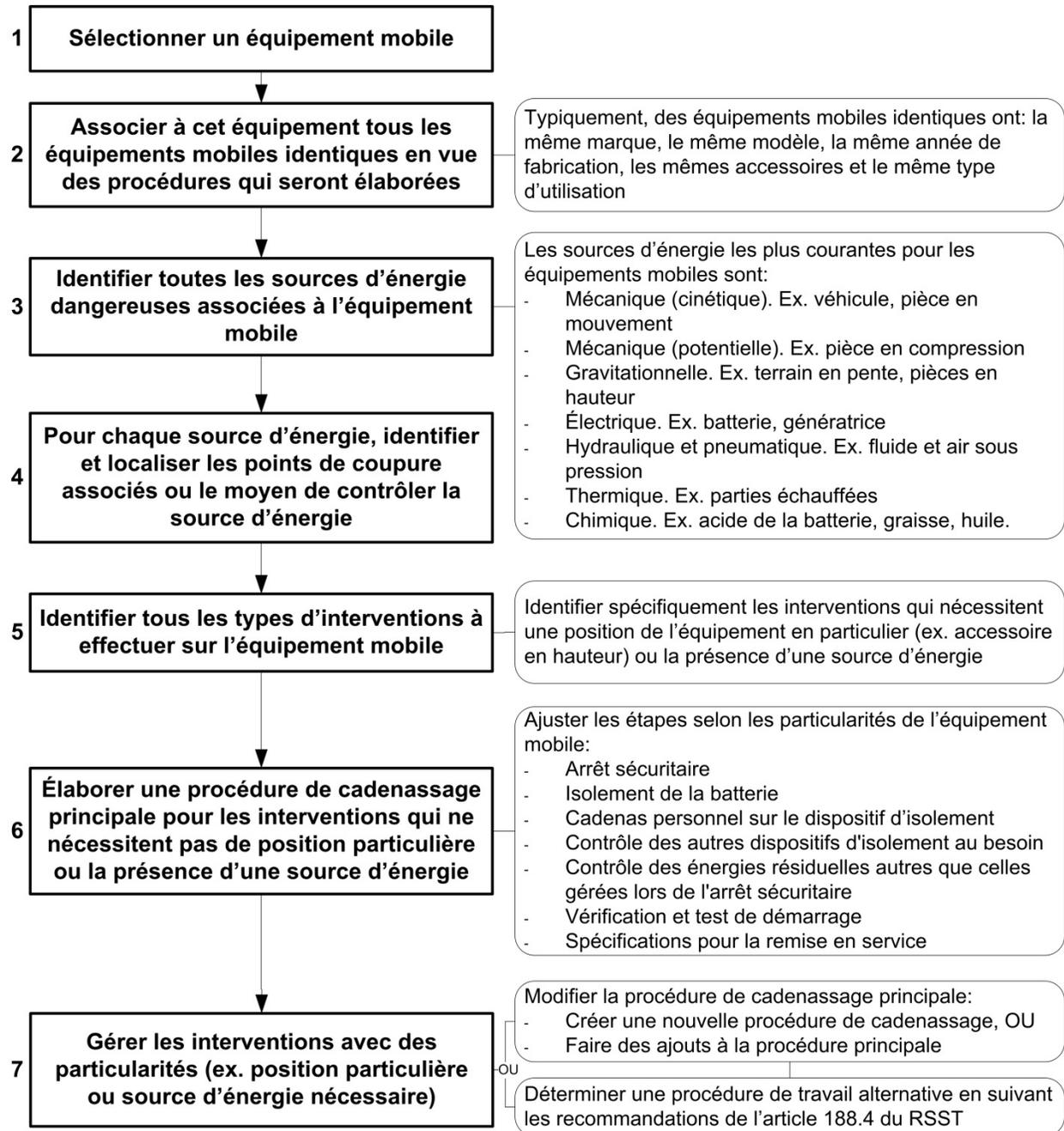


Figure 7 : Démarche à suivre pour l'élaboration des procédures de cadenassage pour les équipements mobiles.

La démarche proposée à la figure 7 est une approche par type d'équipement mobile plutôt qu'une approche par type de tâche. L'approche par type d'équipement est suggérée afin de passer en revue les particularités de chaque type d'équipement mobile (ex. énergies résiduelles). L'étape 2 propose de regrouper les équipements mobiles réellement similaires. Une municipalité peut parfois faire simultanément l'acquisition de plusieurs équipements mobiles identiques (ex. balais de rue). La similarité se base notamment sur la marque, le modèle, l'année de fabrication, les

accessoires installés et l'utilisation. Ce type de regroupement peut alléger le travail d'élaboration des procédures de cadenassage.

Aux étapes 3 et 4, il est suggéré d'utiliser un tableau afin de lister les sources d'énergie dangereuses et les dispositifs d'isolement associés ou le moyen de contrôle. Les sources d'énergie listées à la figure 7 peuvent servir de base au le travail d'inventaire. Chaque énergie dangereuse doit être associée à un dispositif d'isolement (ex. coupe-batterie) ou à un moyen de contrôle (ex. cale). Des organismes, tels que l'APSAM, proposent des outils sur leur site internet pour effectuer ce travail (APSAM, 2015). En théorie, la codification des dispositifs d'isolement est requise pour y faire référence dans la procédure de cadenassage. Toutefois, la localisation du dispositif d'isolement, qui est nécessairement sur l'équipement mobile, à l'aide d'une photographie dans la procédure de cadenassage peut être une alternative à la codification.

À l'étape 5, il s'agit d'anticiper les interventions hors production à effectuer sur l'équipement mobile. Ce peut être des interventions de maintenance préventive (ex. : changement d'huile, changement de raccords hydrauliques), de maintenance corrective (ex. à la suite d'un accident ou d'un problème de fonctionnement) ou autres (ex. changement de pneus saisonnier). À cette étape, il est important d'identifier les interventions qui nécessiteront soit une position de l'équipement spécifique (ex. benne relevée) soit la présence d'une source d'énergie (ex. diagnostic) soit une procédure distincte. Ces interventions nécessiteront des ajustements par rapport à la procédure de cadenassage principale de l'équipement qui consiste à contrôler toutes les énergies de l'équipement et à apposer tous les accessoires au sol (étape 6). Cette procédure doit suivre les recommandations rappelées à la figure 7 et doit être adaptée aux spécificités de l'équipement (ex. : dispositif de démarrage, présence ou non d'un coupe-batterie).

La dernière étape (étape 7) consiste à ajuster la procédure de cadenassage principale pour les interventions particulières. Si la plupart des étapes de la procédure restent les mêmes, les ajustements pourront être faits sous forme d'options dans la même procédure de cadenassage. Si on prend l'exemple d'un camion-benne, pour le contrôle de l'énergie gravitationnelle liée à la benne, il existe deux options : déposer la benne sur le support du châssis ou la bloquer en position relevée avec une cale prévue à cet effet si on a besoin d'accéder sous la benne. La position relevée devra être réservée aux interventions qui le nécessitent, car elle est intrinsèquement moins sécuritaire. Dans le cas où des sources d'énergie doivent être présentes (ex. diagnostic), une procédure de travail adaptée à la suite d'une analyse de risque devra être déterminée si les principes du cadenassage ne peuvent pas être respectés (sous-section 5.2.4).

5.2.3.3 Utilisation des procédures de cadenassage

Poisson et Chinniah (2015) ont démontré que les procédures de cadenassage n'étaient pas toujours consultées (12 fois sur les 57 cas de procédures de cadenassage observées) ni bien appliquées (ex. étape de vérification n'a été effectuée que 25 fois sur 57 cas). La probabilité d'erreur humaine lors de l'application de procédures de permis de travail a même été évaluée à 11 % dans l'industrie chimique (Jahangiri et coll., 2016). La question de l'intelligibilité est également primordiale comme le prouve l'étude de Caffaro et Cavallo (2015) sur les pictogrammes de sécurité présents sur la machinerie mobile dans le milieu agricole. À titre d'exemple, seuls 52 % des 281 participants de l'étude ont correctement expliqué le pictogramme de sécurité correspondant à l'arrêt de l'équipement lors d'intervention de réparation et de

maintenance. Ainsi, quelle que soit la méthode choisie pour rendre disponibles les procédures de cadenassage, des audits périodiques sont requis pour s'assurer qu'elles sont bien appliquées et pour améliorer le système en continu.

Selon les observations effectuées, les procédures de cadenassage pour les équipements mobiles peuvent être disponibles pour consultation dans la cabine de l'équipement mobile, sur un poste informatique ou fournies avec le bon de travail. Cette dernière option est plus intéressante pour s'assurer que les intervenants consultent la procédure, toutefois les logiciels en place dans les ateliers mécaniques ne permettent pas toujours de lier des documents au bon de travail. De plus, pour les interventions non planifiées et urgentes, la procédure ne sera pas toujours disponible. Combiner les options « en cabine » et « avec le bon de travail » semble être un compromis intéressant.

Les procédures de cadenassage peuvent être seulement consultées sans être remplies à chaque intervention. Dans ce cas, l'employeur devra mettre en place un mécanisme pour retracer l'application des procédures de cadenassage. Comme discuté, en plus d'audits réguliers, l'ajout d'une case à cocher sur le bon de travail ou encore d'un registre lié à l'équipement mobile est une avenue envisageable.

5.2.4 Autres méthodes de contrôle des énergies

Une procédure de cadenassage peut être inadéquate dans certains cas. La norme CSA Z460-13 (sous-section 7.4) suggère de prioriser le cadenassage à moins que (1) la tâche fasse partie intégrante du processus de production, (2) le cadenassage empêche l'exécution de la tâche. Les tâches qui font partie intégrale du processus de production doivent présenter la plupart des caractéristiques suivantes (sous-section 7.4.2 de la norme CSA Z460-13) :

«

- a) être de courte durée;
- b) être d'envergure relativement mineure;
- c) se produire fréquemment au cours du quart de travail ou de la journée de production;
- d) être généralement exécutées par des opérateurs, les personnes chargées des réglages et le personnel d'entretien;
- e) représenter des activités cycliques prédéterminées;
- f) interrompre le moins possible le fonctionnement du processus de production;
- g) être nécessaires même lorsque les niveaux d'exploitation optimaux sont atteints;
- h) exiger du personnel une formation particulière. »

Cette situation peut être courante pour les équipements mobiles. Une méthode de contrôle des énergies autre que le cadenassage sera pertinente dans les situations suivantes :

1. Besoin d'une source d'énergie pour effectuer la tâche en étant dans la zone dangereuse. Cela concerne notamment les opérations de diagnostic, de vérification ou de déblocage. Dans ces situations, il peut être nécessaire que des parties de l'équipement soient en mouvement alors que l'intervenant est à proximité. Une intervention à deux travailleurs dans ce genre de cas induit un risque supplémentaire;

2. Intervention mineure de courte durée en atelier. Cela concerne notamment les interventions du type changement d'essuie-glace, remplacement d'ampoule de phare et inspection visuelle;
3. Intervention de continuité de production hors atelier fréquente et de courte durée. Lorsqu'une intervention hors production est nécessaire sur un équipement mobile situé sur le terrain, les intervenants rencontrés privilégient un rappel de l'équipement en atelier. Toutefois, dans certains cas précis, il n'est pas raisonnablement possible de revenir en atelier. C'est le cas notamment des tables de soufflage à neige qui se bloquent plusieurs fois par quart de travail (ex. tambour ou tarière). Pour assurer la continuité de la production, il faut intervenir directement sur le terrain (ex. déblocage de la chute à neige, changement des boulons de sécurité associés à la tarière).

Une méthode de contrôle des énergies autre que le cadenassage pour une intervention hors production doit se baser sur le manuel du fabricant, l'expérience des mécaniciens et doit être validée par une analyse de risque (sous-section 1.1.1). En effet, ces interventions particulières sont à risque, de nombreux accidents ont lieu lors de ce type de travaux.

Dans le cas d'une intervention mineure de courte durée avec un seul intervenant, un arrêt sécuritaire tel que décrit à la sous-section 5.2.3.1.1 avec contrôle de la clé d'ignition pourrait, sous toutes réserves, être suffisant. L'arrêt sécuritaire permettra de diminuer la probabilité d'occurrence du dommage. Dans le cas d'un diagnostic, une procédure de travail spécifique doit être mise en place (ex. : périmètre de sécurité, travailleur expérimenté, distance de sécurité à respecter, EPI et vêtements de travail spécifiques). Si le diagnostic se fait à deux travailleurs (l'un aux commandes et l'autre près de la zone de danger), des précautions additionnelles doivent être mises en place (ex. moyens de communication adéquats). Lors d'une intervention à proximité de la tarière d'une table de soufflage (ex. remplacement des boulons de sécurité), la condamnation du coupe-batterie, s'il est présent, devrait être envisagée et pas seulement l'arrêt du moteur. En effet, dans ce cas, le risque est élevé à cause de la gravité potentielle du dommage (c.-à-d. décès).

Enfin, il n'est pas rare que les équipements mobiles soient remisés pour une longue période lors d'une intervention de maintenance, notamment dans l'attente d'une pièce de rechange. Lors du remisage, il n'y a pas d'intervention sur l'équipement, toutefois le redémarrage de l'équipement doit être contrôlé afin d'éviter des situations dangereuses (ex. chute d'un élément à cause de l'absence d'une pièce mécanique). Dans ce cas-ci, une procédure de cadenassage pourrait être suivie avec un cadenas de département. Une méthode basée sur la signalisation apposée directement sur l'équipement mobile d'une intervention en attente, de la fermeture de la cabine et du contrôle de la clé de démarrage pourrait également être justifiable. Dans tous les cas, la démarche choisie doit être documentée.

5.3 Recommandations

À la suite des éléments soulevés aux sous-sections précédentes, des recommandations spécifiques ont été formulées concernant le plan d'implantation proposé par l'APSAM, la formation professionnelle des intervenants et la conception des équipements mobiles.

5.3.1 Démarche d'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles

Les discussions menées précédemment ont mis en lumière certaines spécificités propres aux équipements mobiles lors de l'implantation du cadenassage. Elles ont été associées dans les paragraphes suivants aux 11 étapes du plan d'implantation proposé par l'APSAM (Guénette, 2015) :

- Éléments spécifiques aux équipements mobiles à prendre en considération lors de la phase de démarrage (étapes 1 à 3 : personne responsable, comité paritaire, programme de cadenassage) :
 - Les obligations réglementaires sur le cadenassage s'appliquent aux équipements mobiles. Il est important de sensibiliser le personnel en s'appuyant sur les accidents mortels identifiés précédemment;
 - Les contremaîtres et les mécaniciens de l'atelier mécanique ainsi que les opérateurs d'équipements mobiles doivent être inclus dans le comité paritaire. Ces trois catégories d'employés sont directement concernées par le cadenassage des équipements mobiles;
 - Le programme de cadenassage ne doit pas restreindre la notion d'équipement mobile ou les interventions concernées par le cadenassage. Dans un premier temps, il faut être inclusif pour créer une forte culture de sécurité. Les spécificités de ces équipements seront gérées au niveau des procédures de cadenassage.
- Éléments spécifiques aux équipements mobiles à prendre en considération lors de la phase de détermination des besoins en cadenassage (étapes 4 à 6 : inventaire des équipements, des énergies, des points de coupure, des tâches, codification) :
 - Une procédure complète de cadenassage étant généralement une pratique nouvelle pour l'atelier mécanique, il peut être judicieux de procéder par projet pilote en ciblant les équipements les plus concernés par la problématique. Toutefois, il est déconseillé de commencer par les équipements les plus complexes en matière de sources d'énergie et d'intervention. Enfin, il est également conseillé de se baser sur les pratiques actuelles des mécaniciens;
 - La nature de la tâche sur l'équipement mobile influence les énergies résiduelles en présence (ex. positions requises des accessoires);
 - La codification des points de coupure sur les équipements mobiles est moins critique que celle pour les équipements fixes puisqu'ils sont obligatoirement localisés sur l'équipement même. L'important est que les points de coupure soient faciles à localiser sur l'équipement mobile (ex. pictogramme facilement compréhensible).
- Éléments spécifiques aux équipements mobiles à prendre en considération lors de la phase d'élaboration des procédures de cadenassage (étapes 7 à 9 : élaboration, validation et disponibilité des procédures de cadenassage) :

- Concernant la codification, les équipements mobiles peuvent être rattachés soit à l'atelier mécanique soit faire l'objet d'un code spécifique;
 - La séquence d'étapes pour obtenir un arrêt sécuritaire est spécifique aux équipements mobiles. Une proposition est faite à la sous-section 5.2.3.1.1;
 - Les étapes d'une procédure de cadenassage pour les équipements mobiles sont suggérées à la sous-section 0;
 - Si la méthode de contrôle des énergies est le cadenassage, l'utilisation de la clé d'ignition n'est pas suffisante. L'isolation de la batterie est nécessaire;
 - Une approche par équipement avec une procédure de cadenassage principale et des éléments optionnels en fonction de l'intervention à réaliser (ex. fonction de la position des accessoires de l'équipement mobile) est suggérée pour les équipements mobiles (voir figure 7). Les interventions qui demandent une autre méthode de contrôle des énergies sont traitées par la suite;
 - Les logiciels de gestion utilisés dans les ateliers mécaniques n'offrent pas toujours la possibilité de lier la procédure de contrôle des énergies avec le bon de travail. C'est un élément à prévoir lors d'un changement de logiciel. Les procédures peuvent aussi être rangées dans l'équipement pour répondre aux interventions non planifiées ou celles sur le terrain.
- Éléments spécifiques aux équipements mobiles à prendre en considération lors de la phase de formation et de suivi (étapes 10 et 11 : communiquer, former et informer, suivre le projet et le mettre à jour) :
- Tout comme dans le cas du comité de travail paritaire, il faut inclure les contremaîtres, les mécaniciens et les opérateurs dans le processus de formation, car ils ont tous un rôle important à jouer (sous-section 5.3.2);
 - Le cadenassage des équipements mobiles peut être fréquent au quotidien dans un atelier mécanique. Cette situation se prête moins à la nécessité de remplir une procédure de cadenassage à chaque application. Dans ce cas, les procédures seront seulement consultées et le suivi de leur application sera effectué par des audits périodiques.

5.3.2 Formations professionnelles

Le respect de l'obligation de formation énoncé à l'article 188.8 du RSST ainsi que la vérification et le maintien à jour des connaissances et des compétences seraient une avancée notable pour améliorer la santé et la sécurité des intervenants. Selon l'équipe de recherche et le comité de suivi, une sensibilisation à cette problématique devrait être systématique lors de la formation professionnelle pour trois types d'intervenants :

- les opérateurs de machinerie mobile pour les informer des dangers d'intervenir de façon improvisée lors des opérations hors production (ex. à l'aide d'un rapport d'enquête d'accident);
- les mécaniciens œuvrant sur les équipements mobiles et les superviseurs afin qu'ils soient en phase avec les obligations réglementaires lors des interventions de maintenance. Les

maisons d'enseignement devraient inclure dans leur cursus des formations concernant la maîtrise des énergies dangereuses associées aux équipements mobiles, comme certaines le font déjà;

- les ingénieurs-concepteurs afin qu'ils aient les connaissances nécessaires pour intégrer, au moment de la conception, les éléments pour que les interventions de maintenance puissent se dérouler en sécurité et que les utilisateurs puissent plus facilement respecter leurs obligations réglementaires en matière de cadenassage.

Ces suggestions s'adressent au législateur afin qu'il promeuve l'intégration de la maîtrise des énergies dangereuses dans les programmes de formation en collaboration avec le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur ainsi qu'Emploi-Québec.

5.3.3 Conception des équipements mobiles

En partant du principe général énoncé à l'article 63 de la LSST (c.-à-d. l'obligation de fabriquer, de vendre et de fournir des équipements sécuritaires) et afin de permettre aux utilisateurs de respecter la réglementation en vigueur au Québec ainsi que d'intervenir en sécurité, l'équipe de recherche formule cinq recommandations concernant la conception des équipements mobiles destinés au marché du Québec :

- Qu'un coupe-batterie cadenassable conforme à la norme CEI 60204-1 (2005) ainsi que d'autres dispositifs de coupure d'énergie cadenassables, si nécessaire, fassent partie de l'équipement « de base » des équipements mobiles. Ces dispositifs doivent être facilement identifiables, par exemple à l'aide d'un pictogramme. La section 5.2 de la norme CSA Z460-13 est la référence sur ce point. Certains dispositifs essentiels pour lesquels il ne faut pas couper l'alimentation (ex. GPS sur les camions de pompier) peuvent être branchés sur un circuit électrique secondaire;
- Que les méthodes de travail sécuritaires et respectueuses des obligations réglementaires au Québec pour maîtriser les énergies dangereuses pour toutes les interventions à effectuer sur ces équipements soient incluses dans le manuel du fabricant (ex. : entretien, maintenance, réparation). Pour les interventions lors desquelles la méthode de contrôle des énergies proposée n'est pas le cadenassage, documenter la situation par des analyses de risque;
- Que des dispositifs de démarrage unique fassent partie de l'équipement « de base » de chaque équipement mobile afin d'avoir un certain contrôle de la gestion des doubles de clé d'ignition en circulation. Le contrôle de la clé d'ignition est un élément important pour maîtriser la situation, quelle que soit la méthode de travail choisie;
- Que tous les accessoires nécessaires à l'application des procédures de contrôle des énergies fassent partie de l'équipement « de base » pour les interventions hors production. Ces accessoires sont, entre autres, les cales de roue, de vérin, de benne et les dispositifs de blocage d'articulation. Ils doivent être conçus pour résister aux contraintes d'utilisation, être ajustables au besoin (ex. : cale ajustable pour permettre différentes hauteurs de la benne) et être verrouillables/cadenassables. La section 5.9 de la norme CSA Z460-13 est la référence sur ce point;

- Que les équipements mobiles soient conçus pour limiter le nombre d'interventions dans la zone dangereuse (ex. : lubrification automatique, point de graissage hors d'une zone dangereuse).

Destinées à la fois aux concepteurs, aux fabricants, aux fournisseurs d'équipements mobiles au Québec et au législateur, ces recommandations sont formulées à titre de base de réflexion et de champ d'action.

6 CONCLUSION

Cette étude a mis en lumière que les obligations réglementaires prescrites par le législateur vis-à-vis du cadenassage concernent les équipements mobiles au même titre que les équipements fixes. Comme pour les machines industrielles fixes, des procédures écrites décrivant la méthode de contrôle des énergies sont requises pour chaque intervention hors production sur un équipement mobile. Si le cadenassage n'est pas raisonnablement applicable, l'article 188.4 du RSST s'applique. Une méthode alternative au cadenassage (ex. arrêt sécuritaire) devra être déterminée en se basant sur le manuel du fabricant, l'expérience des mécaniciens et une analyse de risque.

Les points d'intérêt liés à la problématique du contrôle des énergies dangereuses lors des interventions hors production sur des équipements mobiles (voir tableau 19) ont été regroupés et discutés selon quatre thèmes : (1) la conscientisation des intervenants, (2) la gestion du projet d'implantation du cadenassage, (3) l'élaboration des procédures de cadenassage, (4) la gestion des interventions utilisant une méthode autre que le cadenassage. L'ensemble des résultats ont été intégrés au plan d'implantation du cadenassage de l'APSAM. De plus, il a été suggéré que les fabricants et fournisseurs d'équipements mobiles au Québec prennent en considération les principes édictés dans le RSST et dans la norme CSA Z460-13, notamment concernant l'intégration de dispositifs de coupure des énergies cadenassables conforme à la norme CEI 60204-1 (2005) et le contenu des manuels à l'intention des utilisateurs. Une sensibilisation systématique à la problématique lors des formations professionnelles des opérateurs, des mécaniciens et des concepteurs d'équipements mobiles est également un point de réflexions à considérer.

Concernant les procédures de contrôle des énergies pour les interventions hors production sur les équipements mobiles, il est important de mentionner que le fait de conserver la clé d'ignition sous son contrôle est une étape importante, mais n'équivaut pas à l'application d'un cadenassage personnel puisque la clé d'ignition n'agit pas sur un dispositif d'isolement des énergies et que des copies peuvent exister. De plus, l'utilisation d'une liste de contrôle générique en lieu et place de procédures de cadenassage ne répond pas aux exigences réglementaires. Dans la pratique, il est recommandé que les procédures soient par type d'équipements, le plus simple possible et illustrées. Il est primordial de les réviser et de former les utilisateurs annuellement ainsi que de mener des audits réguliers.

Pour terminer, il convient de mentionner certaines limites dans la portée des résultats. Tout d'abord, les observations ont été effectuées principalement dans le secteur municipal. Le nombre de municipalités participantes et le nombre d'équipements mobiles étudiés lors de cette activité étaient limités. Ces résultats ne sont donc pas nécessairement représentatifs de tous les secteurs d'activité et de toutes les situations en lien avec les interventions hors production sur les équipements mobiles. Ces résultats peuvent toutefois être utiles à d'autres secteurs que le secteur municipal. Par ailleurs, l'implantation du cadenassage dans la municipalité participante a été partielle. La durée prévue de l'activité (18 mois) n'a pas été suffisante pour finaliser l'implantation. Le changement réglementaire survenu au début 2016 a obligé la municipalité à modifier sa stratégie (c.-à-d. inclure formellement une étape de condamnation dans les procédures; rédiger une procédure spécifique par intervention). Toutefois, selon les chercheurs, l'essence de la problématique de l'implantation du cadenassage pour les équipements mobiles a

pu être abordée grâce aux différentes sources de données (ex. : accidents, littérature, observations, entrevues, suivis).

La diffusion de ces résultats contribuera (1) à mieux outiller les organismes et les différents milieux désireux d'implanter le cadenassage dans leur parc d'équipements mobiles, (2) à orienter les organismes vers la maîtrise des énergies dangereuses lors de l'achat d'un équipement mobile, (3) à sensibiliser les fournisseurs des équipements mobiles au cadenassage, (4) à soutenir l'APSAM dans ces activités d'expertise et de formation sur le cadenassage. Des travaux de recherche pour accompagner les entreprises et les différents organismes dans l'application de la dernière version du RSST semblent encore nécessaires, notamment pour la mise en place de méthodes de contrôle des énergies autres que le cadenassage (Gouvernement du Québec, 2016a).

RÉFÉRENCES

- American National Standards Institute (ANSI), 2012. American national standard for equipment technology and operations for wastes and recyclable materials: mobile wastes and recyclable materials collection, transportation, and compaction equipment: safety requirements, ANSI: Z245.1-2012. Waste equipment technology association, Washington, D.C.
- APSAM, 2015. Cadenassage. Association Paritaire pour la santé et la sécurité du travail Secteur Affaires Municipales. Consulté le 7 juillet 2016, tiré de <http://www.apsam.com/site.asp?page=themes&nid=557>
- Association française de normalisation (AFNOR), 2004. Dispositif de verrouillage de la direction par châssis articulé – Exigences de performance, NF EN 10570. AFNOR, Paris.
- Association française de normalisation (AFNOR), 2010. Bennes de collecte des déchets et leurs lève-conteneurs associés : exigences générales et exigences de sécurité. Partie 1, bennes à chargement arrière, NF EN 1501-1+A2:2010. AFNOR, Paris.
- Association pour la Sécurité au Travail dans l'Industrie Forestière de l'Ontario (ASTIFO), 2004. Mobile machine lockout: safety meeting topics. Videocassette et guides, North Bay, ASTIFO.
- BC Forest Safety, 2009. 2009-07-17 Lockout fails – skidder cab falls on mechanic. Consulté le 16 juin 2016, tiré de <https://www.bcforestsafe.org/node/1427>
- BC Forest Safety, 2013a. Safe Work Procedure – Dump Truck. Consulté le 18 août 2016, tiré de https://www.bcforestsafe.org/files/sc_pdfs/swp_dmptrk.pdf
- BC Forest Safety, 2013b. Safe Work Procedure – Excavator. Consulté le 18 août 2016, tire de https://www.bcforestsafe.org/files/sc_pdfs/swp_excvtr.pdf
- BC Forest Safety Council, N. D. Lockout Requirements, SEBASE Technical Audit Modules. Consulté le 18 août 2016, tire de <https://www.bcforestsafe.org/other/Forms/SEBASE/Support%20Forms/LO%20-%20Lockout%20Requirements.doc>
- Belmekki, T., Chinniah, Y., Burlet-Vienney D., Aucourt, B., Ouali, M.-S., 2016. Analysis and prevention of serious and fatal accidents caused by mobile equipment. Accident analysis & Prevention (soumis en mai 2016).
- Bernard, H., Bouchard, P., Deschênes, É., 2016. Guide d'information sur les dispositions réglementaires – Cadenassage et autres méthodes de contrôle des énergies. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, Montréal. Consulté le 3 juin 2016, tiré de <http://www.cnesst.gouv.qc.ca/Publications/200/Documents/DC200-1579web.pdf>
- Blaise J.C., Welitz, G., 2010. Operating on machinery out of production modes: principles and accidentology. Proceedings of 6th SIAS, Tampere, Finland.
- British Columbia Municipal Safety Association (N. D.). De-energization and Lockout [Présentation PowerPoint].

- Bulzachelli, M.T., Vernick, J.S., Sorock, G.S., Webster, D.W., Lees, P.S.J., 2008. Circumstances of fatal lockout/tagout related injuries in manufacturing. *American journal of industrial medicine*, 51(10), 728-734.
- Burlet-Vienney, D., Jocelyn, S., Chinniah, Y., Daigle, R., Massé, S., 2009. Vérification du contenu d'un programme de cadenassage (RF-617). IRSST, Montréal. Consulté le 30 août 2013, tiré de <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RF-617.pdf>
- Canadian Agricultural Injury Reporting, 2011. Agricultural Fatalities and Hospitalizations in Ontario 1990-2008. CAIR, Winnipeg.
- Canadian Standards Association, 2013. Control of hazardous energy - Lockout and other methods, CSA Z460-13. CSA, Mississauga, ON.
- Caffaro, F., Cavallo, E., 2015. Comprehension of safety pictograms affixed to agricultural machinery: A survey of users. *Journal of Safety Research*, 55(2015), 151-158.
- CAT, 2013. Utilisation et entretien – Tracteur à chaînes D8T. Non publié.
- Chinniah, Y., 2015. Analysis and prevention of serious and fatal accidents related to moving parts of machinery. *Safety Science* 75, 163-173.
- Chinniah, Y., Boukas, É-K., Burlet-Vienney, D., Pizarro-Chong, A., El-Aboudi, M., Sirard, C., 2009. Étude exploratoire visant à évaluer la faisabilité du développement d'un outil d'observation et de suivi des procédures de cadenassage sur une presse à injection (R-615). IRSST, Montréal. Consulté le 3 juin 2016, tiré de <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-615.pdf>
- Chinniah, Y., Burlet-Vienney, D., Paques, J.-J., Boivin, G., 2012. Secteur des affaires municipales au Québec - Étude exploratoire du cadenassage (R-741). IRSST, Montréal. Consulté le 3 juin 2016, tiré de <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-741.pdf>
- Chinniah, Y., Champoux, M., Burlet-Vienney, D., Daigle, R., 2008. Analyse comparative des programmes et procédures de cadenassage appliqués aux machines industrielles (R-587). IRSST, Montréal. Consulté le 01 février 2017, tiré de <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-587.pdf>
- Collerette, P., Delisle, G., Perron, R. (1997). *Le changement organisationnel : théorie et pratique*. Montréal : Presses de l'Université du Québec.
- Commission Électrotechnique Internationale, 2008. Appareillage à basse tension - Partie 3 : Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles, CEI 60947-3. CEI, Genève, Suisse.
- Commission Électrotechnique Internationale, 2005. Sécurité des machines - Équipement électrique des machines - Partie 1: Règles générales, CEI 60204-1. CEI, Genève, Suisse.
- CNESST, 2002. Réparations mécaniques en forêt. DC : 200-632-3, 81 p., CNESST, Montréal.
- CNESST, 2006. Prise d'huile hydraulique. Avis danger, fiche #15, DC : 100-1312-15, CNESST, Montréal.

- CNESST, 2013. Dépôt de données central et régional. Mise à jour de juillet de l'année x+3 (ex. : 30 juin 2012 pour les données de 2009).
- CNESST, 2015. Rapport D15-579 - Données observées à la fin de l'année concernée (non-publié). Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, Montréal.
- CNESST, 2016. Centre de documentation. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du Travail. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://www.centredoc.csst.qc.ca/zones/>
- Delaval, K., 2016. La réparation automobile. Travail & Sécurité, 772. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://www.travail-et-securite.fr/ts/dossier/La%20r%C3%A9paration%20automobile%20.html>
- Fabi, B., Martin, Y., Valois, P., 1999. Favoriser l'engagement organisationnel des personnes œuvrant dans des organisations en transformation. Quelques pistes prometteuses. Gestion, 24(3), 102-113.
- Flick, U., 2006. An introduction to qualitative research, third ed. SAGE Publications, London.
- Gillham, B., 2000. The research interview. Continuum, London.
- Giraud, L., Chinniah, Y., Burlet-Vienney, D., Paques, J.-J, Koutchouk, M., Daigle, R., 2008. Abatteuses forestières - Dispositifs et circuits de commande relatifs à la sécurité (R-593). IRSST, Montréal. Consulté le 01 février 2017, tiré de <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-593.pdf>
- Gouvernement du Québec, 2016a. Règlement sur la santé et la sécurité du travail (c. S-2.1, s.223, r. 13). Éditeur officiel du Québec, Québec.
- Gouvernement du Québec, 2016b. Code de sécurité pour les travaux de la construction (c. S-2.1, s.223, r. 4). Éditeur officiel du Québec, Québec.
- Gouvernement du Québec, 2016c. Immatriculer un véhicule. Société des assurances automobiles du Québec (SAAQ). Éditeur officiel du Québec, Québec. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <https://saaq.gouv.qc.ca/immatriculation/immatriculer-vehicule/vehicule-commercial-ou-usage-special/vehicule-outil/>
- Gouvernement du Québec, 2016d. Règlement sur la santé et la sécurité dans les travaux d'aménagement forestier (c. S-2.1, s.223, r. 12.1). Éditeur officiel du Québec, Québec.
- Guillemin, C., 2008. Réparation et entretien des véhicules automobiles, ED755. INRS, Paris.
- Guénette, É., 2015. Plan d'action – Implantation d'un programme de cadenassage. Association Paritaire pour la santé et la sécurité du travail Secteur Affaires Municipales. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://www.apsam.com/sites/default/files/docs/themes/rsecurite/cadenassage-plan-action.pdf>
- Health and Safety Authority, 2015. Guidance on the Safe Use of Tractors and Machinery on Farms. HAS, Dublin.
- Hewitt, 2010. Règlements et procédures – Mise à énergie zéro. Procédure n° 4.3.8.

- Illinois Association of Aggregate Producers (IAAP), N. D. Lockout, Tagout and Energy Source Control Procedures for Mobile Equipment. IAAP, Springfield, Illinois. Consulté le 16 juin 2016, tiré de http://www.iaap-aggregates.org/LockoutTagout/LOTO_Mobile.pdf
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS), 2014. Réparation et entretien de poids lourds, ED 6173. INRS, Paris.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS), 2015. Prévenir les collisions engins-piétons - La place des dispositifs de détection et d'aide visuelle. INRS, Paris. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206083>
- Jahangiri, M., Hoboubi, N., Rostamabadi, A., Keshavarzi, S., Hosseini, A., 2016. Human error analysis in a permit to work system: A case study in a chemical plant. *Safety and Health at Work*, 7(2016), 6-11.
- Johnston, 2005. 4000 Series Operator Manual – Mechanical Sweeper. Non publié.
- Kelley, S.M., 2001. Lockout/tagout: a practical approach. American Society of Safety Engineers, Des Plaines, Ill.
- Kielstra, P. (2008). La gestion du changement. Les étapes d'une transformation réussie de l'entreprise. New York : The Economist Intelligence Unit.
- Laforest, J., et Rainville, M., 2011. Trousse diagnostique de sécurité à l'intention des collectivités locales. Guide d'organisation d'entretiens semi-dirigés avec des informateurs clés (2^e édition). Institut national de santé publique du Québec, Québec. Consulté le 1 juin 2016, tiré de https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1315_GuideOrgaEntretiensSemiDirigInformCles2eEd.pdf
- Larousse, 2016. Dictionnaire, Machine. Les éditions Larousse, Paris. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/machine/67148>.
- Larue, N. D. Souffleuse à neige détachable – Manuel de service. Non Publié.
- Le Brech, A., 2003. Chargeuses : Manuel de sécurité, ED910. INRS, Paris.
- Le Brech, A., 2009a. Pelles hydrauliques : Manuel de sécurité, ED 895. INRS, Paris.
- Le Brech, A., 2009b. Chargeuses-pelleteuses : Manuel de sécurité, ED 903. INRS, Paris
- Le Brech, A., Dechepy, C., 2010. Tombereaux : Manuel de sécurité, ED 6065. INRS, Paris
- Le Brech, A., Dechepy, C., 2011. Bouteurs : Manuel de sécurité, ED 6104. INRS, Paris.
- Marsch, S.M., Fosbroke, D.E., 2015. Trends of Fatalities Involving Machines, United-States, 1992-2010. *American Journal of Industrial medicine*, 58(11), 1160-1173.
- Master Promotions Lts, 2016. Expo Grand travaux – Équipements lourds. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://www.masterpromotions.ca/events-portfolio-fr-FR/expo-grands-travaux-2016/>
- McCann. M., 2006. Heavy Equipment and Truck-Related Deaths on Excavation Work Sites. *Journal of Safety Research*, 37(5), 511-517.
- McCann, M., 2011. Dump Truck-Related Deaths in Construction, 1992–2007. *American Journal of Industrial Medicine*, 55(5), 450-457.

- Ministry of Labor, 2006. Occupational Health and Safety Guidelines for Farming Operations in Ontario. Queen's Printer for Ontario, PDF ISBN 1-4249-0804-3.
- Mutawe, A.M., Tsunehara, R., Glaspey, L.A., 2002. OSHA'S lockout/tagout standards: a review of key requirements. *Professional safety*, 47(2), 20-24.
- Northern Lights College, N. D. Written Procedure Guidelines. Consulté le 18 août 2016, tire de <http://www.nlc.bc.ca/About-NLC/Health-and-Safety/Safe-Work/Lockout-Policy/Written-Procedure-Guidelines>
- Olympia Millemium, N.D. Surfaceuse à glace. Non Publié.
- Parker, D.-L., Yamin, S.-C., Xi, M., Brosseau, L.-M., Gordon, R., Most, I.-G., Stanley, R., 2016. Findings From the National Machine Guarding Program: A Small Business Intervention: Lockout/Tagout. *American College of Occupational and Environmental Medicine*, 58(1), 61-68.
- Parlement européen et du conseil, 2006. Directive 2006/42/CE relative aux machines. *Journal officiel de l'Union européenne*, Bruxelles. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:fr:PDF>
- Poisson, P., Chinniah, Y., 2015. Observation and analysis of 57 lockout procedures applied to machinery in 8 sawmills. *Safety Science*, 72, 160-171.
- Poisson, P., Chinniah, Y., 2016. Managing risks linked to machinery in sawmills by controlling hazardous energies: Theory and practice in eight sawmills. *Safety Science*, 84, 117-130.
- Rancourt, D., St-Amant, Y., Martel, S., Masson, G., 2015. Développement de critères de conception de cales de roues pour retenir les camions et les semi-remorques aux quais de chargement (R-863). IRSST, Montréal. Consulté le 2 septembre 2016, tiré de <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-863.pdf>
- Reese, C. D., 2009. Handbook of safety and health for the service industry: industrial safety and health for infrastructure services. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Robson, L.S., Shannon, H.S., Goldenhart, L.M., Hale, A.R., 2001. Guide to evaluating the effectiveness of strategies for preventing work injuries: How to show whether a safety intervention really works. NIOSH, Cincinnati, OH.
- Ross, M.-J., 2016. Réussir l'implantation d'un programme de cadenassage (2^e édition). MultiPrévention, Longueuil, QC. Consulté le 1 juin 2016, tiré de <http://multiprevention.org/wp-content/uploads/2016/03/multiprevention-guide-cadenassage-2e-edition.pdf>
- Safe Work Australia, 2015. Work-Related Traumatic Injury Fatalities, Australia, 2014. Safe Work Australia, Canberra.
- Shaw, S., 2010. Machinery accidents- Contributory factors. Proceedings of 6th SIAS, Tampere, Finland.
- Sonoma County, 2007. County of Sonoma, Fleet Operations – Lockout/Blockout/ and Tagout Program. Consulté le 16 août 2016, tiré de http://www.ccfma.org/uploads/Issue_-_LOBO.pdf

- Silvermann, D., 2011. *Interpreting qualitative data: a guide to the principles of qualitative research*, fourth ed. SAGE Publications, Washington D.C.
- Swartz, G., 1999a. *Forklift safety: a practical guide to preventing powered industrial truck incidents and injuries*. Government Institutes, Rockville, Mar.
- Swartz, G., 1999b. *Warehouse safety: a practical guide to preventing warehouse incidents and injuries*. Government Institutes, Rockville, Mar.
- Tenco, 2003. *Benne épandeur U-Combo – Manuel du client*. Non publié.
- Thelin, A., 2002. Fatal Accidents in Swedish Farming and Forestry, 1988–1997. *Safety Science* 40(6), 501-517.
- U.S. Department of Labor, 1989. OSHA 1910.147. *Regulations Standards - 29 CFR, The control of hazardous energy (lockout/tagout)*. U.S. Department of Labor, Washington.
- U.S. Department of Labor, 2005. Bureau of Labor Statistics, National Safety Council. U.S. Department of Labor, Washington.
- U.S. Department of Labor, 2006. *Safety and Health Information Bulletin: Hazards of unintended movement of dump truck body beds*. U.S. Department of Labor, Washington.
- Volvo, N.D. *Chargeuse L90E/L110E/L120E*. Non publié.
- Worksafe BC Investigations, 2011. *Incident Investigation Report, Worker pulled into rollers of potato harvester*. NI number : 2011144570134. Consulté le 14 juin 2016, tiré de <http://www2.worksafebc.com/pdfs/Investigations/IIR2011144570134.pdf>
- Yakemchuk, M.T., 1995. *Municipal safe work procedures: guideline manual*. Alberta Water and Wastewater Operators Association, Calgary, Alberta.

ANNEXE A – ACCIDENTS GRAVES ASSOCIÉS À DES ÉQUIPEMENTS MOBILES EN MARCHÉ DANS LE SECTEUR DES AFFAIRES MUNICIPALES ENTRE 1985 ET 2009 AU QUÉBEC

Le tableau 22 présente les accidents graves associés à des équipements mobiles en marche dans le secteur des affaires municipales entre 1985 et 2009 au Québec. Ces accidents ont été répertoriés dans une étude précédente de l'IRSST dans le secteur municipal (Chinniah et coll., 2012).

Tableau 22 : Description des accidents graves associés à des équipements mobiles en marche dans le secteur des affaires municipales entre 1985 et 2009 au Québec (CNESST, 2016)

Description/Répartition	
8 rapports d'enquête de la CNESST : EN002402, EN002746, EN002766, EN002791, EN003224, EN003519, EN003529, RAP0501010	
5 décès et 3 blessures graves (c.-à-d. amputations, fracture)	
Description sommaire	
1	Un travailleur est happé par un aérateur de sol et coincé contre la structure arrière d'un tracteur alors qu'il tente de débloquer l'attelage reliant l'aérateur au tracteur.
2	Les membres supérieurs du travailleur sont entraînés et enroulés autour de l'agitateur d'un épandeur d'abrasifs alors qu'il est en train de le nettoyer.
3	Un travailleur est mortellement happé par l'arbre de transmission d'une souffleuse alors qu'il s'apprête à enlever la neige sur le pare-brise.
4	Un travailleur se fait happer par l'arbre de transmission de son camion alors qu'il s'affaire sur la valve de la pompe hydraulique qui actionne la benne basculante.
5	Un travailleur se rend sous son camion pour ajuster la pression sur le joint d'étanchéité. Il est happé par l'arbre de transmission.
6	Un travailleur se fait coincer la main alors qu'il essaye d'enlever le sel accumulé au bout arrière du convoyeur longitudinal d'un camion-épandeur.
7	Lors de la vérification de la tarière de sa surfaceuse, le travailleur perd l'équilibre et 2 de ses doigts se retrouvent dans la zone de coincement à la sortie de la tarière. Sa jambe actionne un levier.
8	Un opérateur de camion-épandeur tente de replacer avec sa main droite des lames du convoyeur alors qu'il est en fonction. Son bras est entraîné par le convoyeur.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

<p>Municipalité visitée (10)</p>	<p>Nombre de travailleurs dans la municipalité (100) :</p> <p>Nombre de travailleurs dans le service de voirie et TP (101) :</p> <p>Nombre de travailleurs formés pour le cadenassage (102) :</p> <p>Y'a-t-il un comité de SST? (103) <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p> <p>Organigramme général en lien avec la SST (104) :</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>Y'a-t-il un sous-comité cadenassage? (105) <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p>
<p>Implantation du cadenassage (général) (11)</p>	<p>Date de mise en place du programme de cadenassage (général) (110) :</p> <p>État des lieux sur l'implantation du cadenassage (implantation, services concernés, suivi, problématique, etc.) (111) :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Implantation du cadenassage des équipements mobiles (12)</p>	<p>Cadenassage des unités mobiles : Quel a été le déclencheur? Quand? (120)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Cadenassage des unités mobiles : Quelle gestion de projet a été mise en place? (responsable de projet, équipe de travail, allocation de temps, délai, objectif) (121)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

	<p>Inventaire de vos équipements mobiles (nombre, type) ⁽²⁰²⁾ :</p> <ul style="list-style-type: none">--------- <p>Comment cet inventaire et celui des sources d'énergie ont-ils été faits (ex. grille d'inventaire) ⁽²⁰³⁾?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Interventions ⁽²¹⁾</p>	<p>Quelles interventions sur les équipements mobiles ont été ciblées pour le cadenassage? Pourquoi ⁽²¹⁰⁾?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Qui est autorisé à faire du cadenassage sur les unités mobiles? (en atelier; dans la rue) ⁽²¹¹⁾</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

IMPLANTATION DU CADENASSAGE POUR LES UNITÉS MOBILES

Procédures de cadenassage ⁽³⁰⁾

1. Arrêt
2. Isolement
3. Condamnation
4. Dissipation/Blocage
5. Vérification

Expliquer les choix qui ont été faits sur les différents équipements mobiles pour accomplir les 5 étapes principales d'une procédure de cadenassage ⁽³⁰⁰⁾?

Arrêt de l'équipement ⁽³⁰¹⁾ :

.....

.....

.....

Isolement des sources d'énergie ⁽³⁰²⁾ (Quels types d'énergies ciblées? Quels types de dispositifs d'isolement en place? Modification de l'équipement?) :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Condamnation ⁽³⁰³⁾ (ex. : Clé d'ignition jugée suffisante? Boîte de cadenassage? Gestion des cadenas et clés) :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Dissipation/Blocage ⁽³⁰⁴⁾ (ex. : Quels types d'énergie ciblés? Méthodes particulières? Matériel de cadenassage utilisé [standard/modifié]) :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Vérification ⁽³⁰⁵⁾ :

.....
.....
.....
.....

Y'a-t-il beaucoup de différences selon les types d'équipements mobiles ⁽³⁰⁶⁾?

.....
.....
.....
.....

Les procédures ont-elles été pensées pour en faciliter l'application dans des circonstances imprévues (ex. : sur un chantier, dans la rue?) ⁽³⁰⁷⁾?

.....
.....
.....

Les modifications sur les équipements mobiles ont-elles posé des problèmes avec le fournisseur et pour la garantie ⁽³⁰⁸⁾?

.....

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Fiches et matériel de cadenassage ⁽³¹⁾	<p>Comment les fiches ont-elles été élaborées et validées? Par qui? Avec un logiciel en particulier? ⁽³¹⁰⁾?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Comment les fiches sont-elles rendues accessibles notamment pour les interventions non prévues (ex. sur un chantier) ⁽³¹¹⁾?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Comment le matériel de cadenassage est-il rendu accessible notamment pour les interventions non prévues (ex. sur un chantier) ⁽³¹²⁾?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Comment le suivi des fiches (et de leur application) est-il fait? ⁽³¹³⁾?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

SUIVI DE L'IMPLANTATION DU CADENASSAGE DES UNITÉS MOBILES

Travailleurs ⁽⁴⁰⁾

Y'a-t-il eu une formation adaptée pour les travailleurs? Si oui, pouvez-vous préciser ⁽⁴⁰⁰⁾?

.....
.....
.....

Comment les travailleurs ont-ils vécu la mise en place du cadenassage pour ce type d'équipement (acceptation, collaboration, résistance) ⁽⁴⁰¹⁾?

.....
.....
.....
.....
.....

**Retour
d'expérience** ⁽⁴¹⁾

Efficacité, pertinence des solutions retenues, améliorations des conditions de travail ⁽⁴¹⁰⁾ :

.....
.....
.....
.....
.....

Difficultés, points bloquants ⁽⁴¹¹⁾ :

.....
.....
.....
.....
.....

Bons coups à partager ⁽⁴¹²⁾ :

.....
.....
.....

ANNEXE C – EXEMPLE DE PROCÉDURE DE CADENASSAGE ISSUE DE L'ÉTABLISSEMENT A

Cette annexe présente, à la figure 8 et à la figure 9, une procédure de cadenassage dépersonnalisée élaborée par l'établissement A pour un véhicule utilitaire. À noter que cette procédure (clé d'ignition placée dans une boîte de cadenassage) est présentée à des fins illustratives et non comme une recommandation ou un modèle à suivre.

Intervention, assignation ou endroit	
<input type="checkbox"/> Entretien <input type="checkbox"/> Mise hors service <input type="checkbox"/> P.E.P. <input type="checkbox"/> Réparation <input type="checkbox"/> Spécifiez, si autre :	
Conditions d'intervention Mesures obligatoires applicables pour cette intervention	
Procédures de cadenassage	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 1 Inscrire votre intervention dans le registre de cadenassage manuscrit ou via InterFORCES® </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 2 Consulter la fiche de cadenassage ou accéder à la fiche via InterFORCES® et respecter les étapes. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 3 Communiquer l'intervention de cadenassage aux autres équipiers et convenir de la procédure. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 4 Signaler et protéger adéquatement le site d'intervention avec des cônes, rubans et barrières, etc. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 5 Se procurer les dispositifs de cadenassage requis pour l'intervention. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 6 Se procurer les étiquettes requises selon le type d'intervention (cadenassage ou condamnation). </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 7 Vérifier le véhicule ainsi que la zone de travail. </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 8 Installer des protecteurs pour sécuriser la zone de travail. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 9 Mettre la clé de contact à la position «OFF». </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 10 Installer le ou les dispositifs de cadenassage requis - Consulter les dispositifs recommandés sur la fiche de cadenassage. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 11 Retirer la clé de contact et la placer dans la boîte de cadenassage prévue à cet effet ou la remettre au superviseur. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 12 Vérifier les énergies résiduelles et les purger pour atteindre un niveau d'énergie à zéro. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 13 Ne débiter l'intervention que lorsque toutes les conditions de sécurité sont en place. </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 14 </div>
Observations supplémentaires et commentaires	

Figure 8 : Exemple de procédure de cadenassage élaborée par l'établissement A pour un véhicule utilitaire (1/2).

Procédures de cadenassage			
Source d'énergie à contrôler	Composante	Action à compléter	Dispositif
<input type="checkbox"/> Électricité Monte-charge - Lorsque équipé 121		Ouvrir le sectionneur afin de couper l'alimentation électrique et placer un cadenas ou tout autre dispositif de cadenassage pour couper l'énergie du	
<input type="checkbox"/> Inertie Roue arrière ou avant - lorsque au sol 113		Bloquer tout mouvement du véhicule à l'aide d'un dispositif approprié et avec une carte d'avertissement.	
<input type="checkbox"/> Manoeuvre Volant du véhicule 107		Bloquer toute manoeuvre du volant à l'aide d'un dispositif approprié et placer la clé du dispositif dans une boîte de cadenassage.	
<input type="checkbox"/> Électricité Ignition 110		Retirer la clé de contact du véhicule et la placer dans une boîte de cadenassage qui sera scellée avec votre cadenas.	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
Procédure de mise en fonction			
<input type="checkbox"/> 1		Vérifier l'équipement et la zone de travail avant de retirer tout dispositif de cadenassage ou toute protection.	<input type="checkbox"/> 6
<input type="checkbox"/> 2		Retirer le matériel de protection de la zone d'intervention.	<input type="checkbox"/> 7
<input type="checkbox"/> 3		Enlever le ou les dispositifs de cadenassage en respectant l'ordre figurant sur la fiche de cadenassage.	<input type="checkbox"/> 8
<input type="checkbox"/> 4		Aviser le responsable et le personnel concerné que l'équipement sera remis en fonction.	<input type="checkbox"/> 9
<input type="checkbox"/> 5		Réactiver l'équipement et vérifier son bon fonctionnement.	<input type="checkbox"/> 10
Source d'énergie à contrôler	Dispositif	Action à compléter	Composante
<input type="checkbox"/> Inertie Roue arrière ou avant - lorsque au sol 513		Retirer tout dispositif de cadenassage pour permettre le mouvement du véhicule.	
<input type="checkbox"/> Électricité Monte-charge - Lorsque équipé 521		Retirer le cadenas du sectionneur afin de permettre l'alimentation électrique à nouveau du monte-charge arrière.	
<input type="checkbox"/> Manoeuvre Volant du véhicule 507		Retirer tout dispositif de cadenassage pour permettre la manoeuvre d'un véhicule.	
<input type="checkbox"/> Électricité Ignition 510		Retirer la clé de contact du véhicule de la boîte de cadenassage, compléter la mise en fonction du véhicule et remettre la clé au superviseur.	

Figure 9 : Exemple de procédure de cadenassage élaborée par l'établissement A pour un véhicule utilitaire (2/2).

ANNEXE D – PHOTOS ISSUES DE L'ÉTABLISSEMENT C

L'application d'éléments d'une procédure de cadenassage sur une chargeuse à l'établissement C est illustrée de la figure 10 à la figure 12.

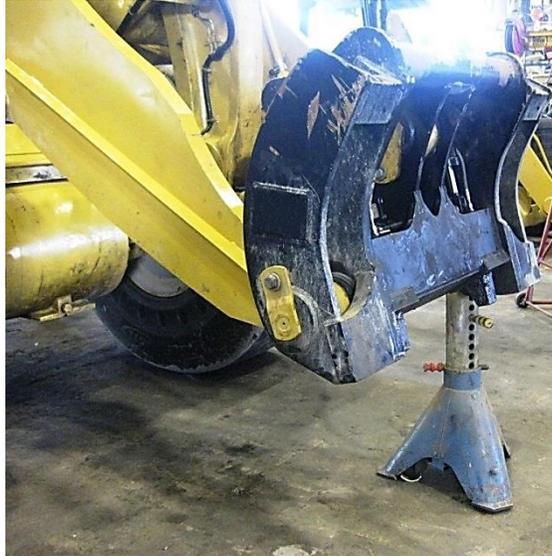


Figure 10 : Calage de la flèche avant de la chargeuse.



Figure 11 : Calage d'une roue de la chargeuse.



Figure 12 : Coupe-batterie cadenassable de la chargeuse prêt à recevoir un morillon et les cadenas personnels de tous les intervenants.

ANNEXE E – LISTE DES ÉQUIPEMENTS MOBILES DE LA MUNICIPALITÉ PARTICIPANTE ET INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LES ÉQUIPEMENTS MOBILES PILOTES

Les équipements de la municipalité participante qui a fait l'objet d'un suivi de l'équipe de recherche pendant 18 mois sont listés au tableau 24.

Tableau 24 : Liste des équipements mobiles de la municipalité partenaire

<ul style="list-style-type: none"> - Épandeur à fumier - Épandeur de pierres - Épandeur d'abrasifs (sableuse avec convoyeur) - Épandeur d'abrasifs (remorque) - Tracteur avec balai, pelle, souffleur, gratte - Tracteur souffleur - Aérateur à pelouse - Déchiqueteur - Tracteur à pelouse (tondeuse) - Camion arrosoir - Arrosoir sur remorque - Chariot élévateur (moffett) - Camion aspirateur de rue - Chenillette - Resurfaeuse - Niveleuse à piste de ski - Camion à asphalte - Paveuse - Rouleau à asphalte - Remorque à asphalte (chauffé au propane) - Scie à asphalte - Plaque vibrante - Niveleuse 	<ul style="list-style-type: none"> - Pelle sur roue - Rétrocaveuse - Camion aspirateur (vacuum) - Camion écurveur (juste pour la rue) - Camion aspirateur (vacuum) et écurveur - Aspirateur (Vacuum) sur remorque - Tamiseur avec convoyeur - Balai mécanique - Scène mobile avec de l'hydraulique - Camion-grue - Pince à grume (remorque avec pince) - Camion nacelle, nacelle Génie®, nacelle à ciseaux - Camion pour matières dangereuses (avec pompe) - Semi-remorque - Camion benne 12 roues - Remorque (benne) - Véhicule tout-terrain - Remorque génératrice - Chargeuse avec pelle, aile de côté, souffleur - Compresseur sur remorque - DBH (dégeleuse électrique) - Dégeleuse - Planteur de poteaux
---	---

Les équipements pilotes choisis lors de l'étude sont détaillés par la suite.

1. Chargeuse avec table de soufflage

- La municipalité possède différents modèles datant de 2005 à 2013. Il y a des différences, entre autres, sur la présence de coupe-batterie et d'arrêt d'urgence. C'est le modèle le plus récent (2013) qui a été le plus observé.
- Lors d'une opération de déneigement, il y a 16 souffleuses en activité.
- En dehors de la période de déneigement, la chargeuse est utilisée pour d'autres tâches.
- La table de soufflage est indépendante de la chargeuse, elle possède son propre moteur, réservoir de fuel, batterie et contrôleur. L'énergie hydraulique sur la table sert à faire bouger (1) la chute (tourner, élever, mouvement du chapeau), (2) les guides de la table, (3) le pivotement du tambour, (4) l'embrayage.

- La table de soufflage peut être isolée grâce à un coupe-batterie qui n'est présentement pas cadenassable. Il n'y a pas d'énergie hydraulique accumulée.
- La table de soufflage est contrôlée depuis la cabine de la chargeuse : il y a un sélecteur qui contrôle le démarrage du moteur. Il y a également un réarmement sur le manche de contrôle (*joystick*) pour le redémarrage. La règle impose de respecter une distance de plus de 20 pieds d'un obstacle pour pouvoir redémarrer la table de soufflage.
- L'équipement est doté de deux arrêts d'urgence : un sur la table l'autre dans la cabine. Sur les autres modèles acquis par la municipalité, il n'y a pas toujours de bouton d'arrêt d'urgence sur la table.
- Le signaleur dispose d'une commande qui permet de couper le moteur de la table de soufflage. Un réarmement est nécessaire en cabine pour le redémarrage à la suite d'un arrêt du signaleur.
- Les principales interventions sur la table, en dehors de l'atelier, sont effectuées pour :
 - o le déblocage de la chute ou du tambour (ex. : neige collée, présence d'objets) : la procédure effectuée au moment des observations est de couper le moteur de la souffleuse en cabine, d'installer l'échelle située dans le camion du signaleur pour monter sur la table de soufflage et de procéder au déblocage avec une pelle. Le coupe-batterie n'est pas systématiquement utilisé. Le nombre de blocages dépend entre autres de l'opérateur de la souffleuse, de la qualité de la neige, de la position du tambour (mal aligné). Un déblocage peut nécessiter 5-6 tentatives avant de réussir;
 - o le déblocage de la tarière : cette intervention peut entraîner le changement de boulons de sécurité. C'est l'opérateur de la chargeuse qui les remplace sur le terrain. Présentement, la procédure effectuée est de couper le moteur de la souffleuse en cabine. Pour les tables qui en ont un, l'arrêt d'urgence est enclenché pour cette opération (il est situé proche de la zone des boulons de sécurité);
 - o Pour les autres interventions, la règle est de retourner en atelier.

2. Camion épandeur

- L'équipement ciblé est un camion équipé d'une benne basculante. Au fond de la benne, il y a un convoyeur qui amène le fondant ou l'abrasif vers l'avant. Le matériel est ensuite transporté vers le tourniquet (latéral) par un autre convoyeur latéral, plus petit. Le camion est équipé de 2 ailes, une grosse à droite (sens de conduite) pour pousser la neige et une petite à gauche pour gratter l'asphalte.
- La pompe hydraulique est entraînée par le moteur du camion (prise de force). Si le moteur est coupé, la pompe ne fonctionne plus.
- Un contrôleur électronique est dédié aux opérations d'épandage. Exemples :
 - o engagement de la prise de force (bouton marche/arrêt);
 - o enclenchement des mouvements des convoyeurs et du tourniquet si le camion dépasse une vitesse prédéterminée;

- régulation de la vitesse du convoyeur en fonction de la vitesse du camion pour contrôler le débit du matériel à épandre.
- La benne peut être bloquée en position relevée à l'aide d'une patte (barre). Toutefois, la hauteur n'est pas ajustable. Des cales en acier fabriquées par la municipalité sont utilisées. Elles permettent de bloquer la benne à une hauteur plus élevée. La porte arrière de la benne est bloquée par des crochets.
- Avec la clé d'ignition, on coupe indirectement l'énergie hydraulique de l'épandeur et donc les mouvements des convoyeurs, de la benne, des ailes et du tourniquet. Il reste toutefois d'autres énergies potentielles (ex. : électrique avec la batterie, gravité si benne ou ailes sont soulevées).
- Les principales interventions sur le système hydraulique, les convoyeurs, le tourniquet ainsi que sur les grattes et la mécanique du camion se font en atelier.
- Sur le terrain, les opérateurs interviennent pour débloquer le matériel au niveau du tourniquet. S'il y a un autre problème, il faut retourner à l'atelier.

3. Resurfaçuse

Les principales énergies recensées sur la resurfaçuse sont :

- Hydraulique-mécanique qui met en mouvement les éléments suivants :
 - Vrille
 - Tarière
 - Bloc arrière qui supporte le couteau
 - Benne à neige
 - Bloc moteur, pompe
 - Resurfaçuse dans son ensemble
- Hydraulique
 - Flexible sous-pression
- Électrique
 - Batterie
- Gravité
 - Bloc arrière qui supporte le couteau (lors du changement de couteau)
 - Benne à neige lorsque soulevée
- Pneumatique
 - Pneus gonflés
- Gaz sous pression (bonbonnes)
- Thermique (eau chaude)
- Pièce coupante (couteau, vrille)

Les interventions de maintenance sur la resurfaçuse sont les suivantes :

- Par l'opérateur :

- Changement de couteau (1x / semaine)
- Vérification de l'huile (accès par un protecteur)
- Vidage et séchage du réservoir d'eau (lever la benne avec un petit angle)
- Par les mécaniciens, en atelier :
 - Toutes autres réparations (couteau retiré avant l'envoi en atelier)

ANNEXE F – GRILLE D'INVENTAIRE : ANALYSE DES BESOINS POUR LE CADENASSAGE DU CAMION ÉPANDÉUR D'ABRASIFS

Les interventions en matière de cadenassage pour le camion épandeur d'abrasifs ont été identifiées par le comité paritaire. Il s'agit de :

1. Nettoyage, à la pelle, de la roulette et du côté du camion (sur la route)
2. Changement des couteaux (2 grattes)
3. Entretien des 2 convoyeurs situés dans la benne (paliers [*bearings*], chaînes, engrenages)
4. Remplacement des flexibles hydrauliques
5. Changement de cylindres sur les 2 grattes
6. Nettoyage à l'eau de la benne et du châssis (après chaque utilisation du camion)
7. Entretien des capteurs, du circuit de commande, du filage électrique, de l'éclairage
8. Lubrification, graissage
9. Réparation de bris majeurs incluant démontage sur route et soudure
10. Changement de la pompe hydraulique
11. Changement de la roulette
12. Changement d'huile

Toutes les interventions recensées ont lieu dans l'atelier mécanique à l'exception de l'intervention n°1 et, éventuellement, la n° 9 (en cas de bris de la gratte, dû par exemple à un accrochage avec un terre-plein; il peut être nécessaire de la démonter complètement pour la déposer sur une remorque). La tâche de diagnostic n'est pas gérée par une procédure de cadenassage (parce qu'il est nécessaire d'avoir de l'énergie).

Les énergies dangereuses, les points de coupure et les interventions concernées pour le camion épandeur d'abrasifs ont été identifiés au tableau 25.

Tableau 25 : Inventaire des énergies dangereuses et des points de coupure associés pour le camion épandeur d'abrasif

Source d'énergie (importance) / Phénomène dangereux	Point de coupure				Dispositif de cadenassage		Tâche n°
	Description	Localisation	Codification	Cadenassable?	Type	Disponibilité?	
Hydraulique (max. 1500-2000 lb)	La coupure du moteur du camion	Clé d'ignition (coupe- batterie pas disponible)	s.o.	Pas de méthode pour le moment	Dispositif pour contrôler la clé d'ignition (ex. boîte de cadenassage)	Non	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Hydraulique résiduelle après coupure moteur (max. 1500-2000 lb)	Purge des pressions résiduelles en actionnant les commandes	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	
Gravitationnelle (grattes)	Poser au sol (ou) Chaîne de retenue (ou) Soulever le véhicule et baisser au max. (ou) Support (ou) pont roulant	s.o.	s.o.	s.o.	Dans le cas du pont roulant, contrôler son mouvement (cadenasser ou équivalent)	Oui	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Gravitationnelle (benne)	Benne au point bas (ou) Béquille du fabricant (ou) cales pour benne	s.o.	s.o.	Non	s.o.	s.o.	1-12
Gravitationnelle (véhicule)	Frein de stationnement	Cabine	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1-12
Chimique (abrasif)	Port d'ÉPI	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1, 6, 9, 11
Chimique (graisse)		s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	8
Chimique (huile)		s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	3, 4, 5, 9, 10, 12
Thermique (échappements)	Attendre le refroidissement	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1-12
Cinétique (convoyeur, roulette, chaîne)	La coupure du moteur du camion	Clé d'ignition (coupe- batterie pas disponible)	s.o.	Pas de méthode pour le moment	Dispositif pour contrôler la clé d'ignition (ex. boîte de cadenassage)	Non	1, 3, 9, 11
Électrique (12 V, batterie, filage, éclairage, commandes)	Débrancher les pôles de la batterie (coupe- batterie non disponible)	Sur la batterie	s.o.	Pas de méthode pour le moment	Couvre-fiche	Non	7, 9

s.o. : sans objet

ANNEXE G – PREMIÈRE ÉBAUCHE DE LA PROCÉDURE DE CADENASSAGE POUR LES MÉCANICIENS

Le tableau 26 présente la première ébauche d’une procédure de cadenassage pour les mécaniciens, mise en place par la municipalité participante.

Tableau 26 : Première ébauche de la procédure de cadenassage pour les mécaniciens

# Équipement mobile : _____		
# Bon de travail (tâche) + Date : _____		
CONSIGNES GÉNÉRALES		
<input type="checkbox"/> Stationner le véhicule sur une surface plane <input type="checkbox"/> Positionner les accessoires de l’équipement (ex. : benne, ailes, godet) de façon sécuritaire <input type="checkbox"/> Placer les commandes et l’embrayage au neutre <input type="checkbox"/> Appliquer le frein de stationnement <input type="checkbox"/> Verrouiller le système hydraulique si applicable <input type="checkbox"/> Retirer la clé d’ignition et la garder en son contrôle lors de l’intervention <input type="checkbox"/> Apposer une affiche pour signaler qu’une intervention de maintenance est en cours <input type="checkbox"/> Se rapporter au manuel d’entretien en cas de doute		
Liste de vérification des ÉNERGIES	PRÉSENTE lors de la tâche?	MAÎTRISE DE L’ÉNERGIE
Hydraulique Ex. Pression résiduelle (vérin)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Retirer la pression
Électrique Ex. Batterie, partie sous-tension	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Utiliser le coupe-batterie <input type="checkbox"/> Retirer les pôles de la batterie
Pneumatique Ex. Pression résiduelle	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Retirer la pression
Gravitationnelle Ex. En hauteur (ex. godet, benne)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Poser à terre (ex. godet) / Caler (ex. benne) / Retenir avec une chaîne (ex. gratte)
Thermique Ex. Échappement, moteur, liquides	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Attendre le temps requis
Chimique Ex. Huile, graisse, antigel, sel	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Porter les ÉPI :
Mécanique Ex. Ressort comprimé	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Relâcher les énergies résiduelles
Identification et signature :		