

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN GÉNIE INDUSTRIEL

PAR  
SYLVAIN BOURNIVAL

DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ  
AUX QUAIS DE TRANSBORDEMENT

AOÛT 2005

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## Sommaire

Les entreprises utilisant des chariots élévateurs pour charger et décharger les camions font face à un danger, soit que le chariot tombe du quai si le camion s'en s'éloigne soudainement. Cet éloignement peut être le résultat de quelques événements. Un départ inopiné du camion est l'exemple le plus souvent cité. Il se produit lorsque le camion est retiré de son endroit de transbordement avant que l'opération ne soit terminée. Le glissement est une autre cause d'accident où le camion ou la semi-remorque peut avancer légèrement sous l'effet des forces induites par le chariot-élévateur lorsque celui-ci freine. Une troisième cause est le basculement de la semi-remorque où celle-ci pivote autour de ses béquilles si certaines conditions sont remplies. Ce dernier accident peut avoir les mêmes conséquences que les deux autres. Lorsque le chariot élévateur s'engouffre dans l'espace créé entre le quai et le camion (ou qu'il pivote lors d'un basculement) il est possible qu'il se renverse et éjecte le cariste. Le chariot ou la marchandise qu'il transporte peuvent écraser le cariste et causer des lésions sévères ou même la mort. Bien que la fréquence de l'événement de chute de chariot soit faible, la gravité est cependant suffisamment importante pour que le sujet soit traité. Des mesures ont été développées pour réduire les probabilités d'accidents. Ces mesures visent à retenir le camion au quai lorsque celui-ci tente de quitter au mauvais moment. Les cales manuelles sont les plus répandues, mais leur efficacité limitée a forcé le développement de nouveaux systèmes. Plusieurs types de mesures ont vu le jour, certains s'accrochant au camion par l'entremise de sa barre anti-encastrement, d'autres retenant les roues en place. Une panoplie de procédures vient également s'ajouter pour améliorer la sécurité, certaines indépendantes, d'autres reliés à un système mécanique ou électronique. Malgré tout, il y a encore des accidents qui se produisent, les dispositifs et procédures ne sont donc pas parfaits.

Ce projet de recherche consistait à analyser les différents systèmes et procédures et à développer un outil permettant d'évaluer la sécurité à un établissement particulier et l'efficacité des différentes mesures en fonction du contexte de l'établissement. Pour arriver à cet outil, plusieurs analyses, visites en entreprises et entrevues avec des gens de l'industrie ont été réalisées. L'outil final a été évalué pendant une phase de validation où certaines valeurs ont été ajustées. L'outil sert à évaluer le risque au quai et à conseiller

dans le choix des mesures de retenue. Des fiches de mise en œuvre facilitent le choix et l'implantation des mesures, toujours en fonction des conditions de l'établissement. Elles guident l'entreprise lorsqu'elle installe les différentes mesures et suggèrent les procédures adéquates qui vont de pair avec ces mesures.

## Remerciements

J'aimerais remercier, en mon nom et en celui des autres membres de l'équipe de recherche, toutes les personnes ayant participé à cette étude. Tout d'abord les membres du comité de suivi qui ont nous ont fourni de précieuses informations, qui ont commenté nos résultats et qui nous ont ouvert les portes de certaines entreprises. Ensuite, toutes les personnes qui ont bien voulu nous recevoir et répondre à nos questions lors des visites en entreprises. Puis finalement tout ceux qui ont pris le temps de répondre au questionnaire postal.

J'aimerais remercier de leur support tous les membres de l'équipe de recherche, soit messieurs François Gauthier, Laurent Giraud, Réal Bourbonnière, Jean-Guy Richard et Renaud Daigle. Sans oublier M. Serge massé, qui, bien qu'il n'ait pu être avec nous pendant toute la durée du projet, a été d'une grande aide dans les débuts du projet. Ses conseils teintés d'une grande sagesse étaient toujours les bienvenus. Chacun m'apporta une grande aide, tant au point de vue professionnel que personnel.

J'aimerais tout particulièrement remercier mon directeur de recherche et chercheur responsable de l'équipe de recherche, M. François Gauthier.

## Table des matières

<b>Sommaire .....</b>	<b>ii</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>iv</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>v</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>viii</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>ix</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problématique .....	1
1.2 État des connaissances.....	3
1.2.1 <i>La chute du chariot élévateur du quai : les événements dangereux.....</i>	<i>3</i>
1.2.2 <i>Description des différentes mesures de retenue.....</i>	<i>5</i>
1.3 Objectifs de la recherche .....	8
1.4 Équipe de recherche et fonctionnement .....	10
<b>2 Méthodologie générale du projet.....</b>	<b>12</b>
2.1 Familiarisation et collecte de données.....	13
2.1.1 <i>Visites exploratoires .....</i>	<i>13</i>
2.1.2 <i>Visites de collectes de données.....</i>	<i>13</i>
2.1.3 <i>Enquête postale .....</i>	<i>14</i>
2.1.4 <i>Rencontre de fabricants et distributeurs de dispositifs de retenue .....</i>	<i>14</i>
2.2 L'analyse des risques .....	14
2.2.1 <i>L'analyse rétrospective.....</i>	<i>15</i>
2.2.2 <i>L'analyse prospective .....</i>	<i>16</i>
2.3 Vérification et validation des résultats de l'analyse des risques .....	16
2.4 Développement de l'outil .....	17
2.5 Validation de l'outil.....	17

<b>3</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>19</b>
3.1	Bilan de la situation générale aux quais de transbordement .....	
	dans les établissements étudiés .....	19
3.2	Résultats de l'analyse de risques .....	21
3.2.1	<i>L'analyse rétrospective</i> .....	21
3.2.2	<i>L'analyse prospective</i> .....	29
3.3	Résultats des études de vérification et de validation des données .....	32
3.3.1	<i>Étude sur la fiabilité des différents dispositifs</i> .....	32
3.3.2	<i>Modélisation du glissement d'une semi-remorque</i> .....	33
3.3.3	<i>Modélisation du basculement d'une semi-remorque</i> .....	35
3.3.4	<i>Modélisation de la résistance à la traction des barres anti-encastrement ...</i>	39
3.3.5	<i>Modélisation du comportement des cales de roues</i> .....	44
3.3.6	<i>Essais préliminaires de cales de roues</i> .....	45
3.3.7	<i>Modélisation des suspensions à air</i> .....	47
3.3.8	<i>Modélisation de l'impact du ski slope</i> .....	49
3.4	Description générale de l'outil .....	50
3.4.1	<i>Concepts généraux de l'outil</i> .....	50
3.4.2	<i>Le questionnaire de caractérisation contextuelle</i> .....	51
3.4.3	<i>La grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue</i> .....	53
3.4.4	<i>Les fiches d'information pour la mise en œuvre des mesures</i> .....	67
3.5	Validation de l'outil .....	69
<b>4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>72</b>
4.1	Événements dangereux .....	72
4.1.1	<i>Départ inopiné</i> .....	72
4.1.2	<i>Le glissement</i> .....	73
4.1.3	<i>Le basculement</i> .....	73
4.2	Mesures de retenue .....	74
4.3	L'outil d'évaluation de la sécurité .....	75
4.3.1	<i>Le questionnaire</i> .....	75
4.3.2	<i>La grille d'évaluation</i> .....	76
4.3.3	<i>Les fiches de mise en œuvre</i> .....	76
4.4	Suite au projet et retombées envisagées .....	77

<b>Bibliographie.....</b>	<b>79</b>
<b>Annexe A. L'analyse de risque .....</b>	<b>83</b>
<b>Annexe B. Résultats de l'enquête postale .....</b>	<b>96</b>
<b>Annexe C. Arbre des fautes .....</b>	<b>108</b>
<b>Annexe D. Exemple d'application de l'outil .....</b>	<b>144</b>
<b>Annexe E. Questionnaire de l'outil .....</b>	<b>162</b>
<b>Annexe F. Fiches de mise en oeuvre .....</b>	<b>172</b>

## Liste des figures

Figure 1.	Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement.....	6
Figure 2.	Méthodologie générale du projet de recherche.....	12
Figure 3.	Système de signalisation à drapeau.....	29
Figure 4.	Résultats de l'analyse par ADF de la mesure « procédure de tracteur attelé »	32
Figure 5.	Forces en jeu lors d'un basculement.....	36
Figure 6.	Modélisation d'une barre de section 4x4 de profil carré en chargement .....	42
Figure 7.	Rampage de la semi-remorque causé par une suspension à air .....	47
Figure 8.	Déroulement du rampage de la semi-remorque .....	48
Figure 9.	La grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue.....	54
Figure 10.	Exemple de calcul de dévaluation totale.....	58
Figure 11.	Améliorations maximales et réelles des mesures de retenue .....	59
Figure 12.	Exemple de sélection de mesures de retenue.....	66
Figure 13.	Exemple de résultat final .....	67

## Liste des tableaux

Tableau 1.	Composition de l'équipe de recherche.....	10
Tableau 2.	Informations sur les établissements étudiés. ....	21
Tableau 3.	Occurrence des événements à risque dans les établissements étudiés .....	23
Tableau 4.	Efficacité des dispositifs de retenue.....	24
Tableau 5.	Raisons pour lesquelles un dispositif de retenue de la barre anti- encastrement n'est pas activé .....	25
Tableau 6.	Raisons pour lesquelles les cales manuelles ne sont pas positionnées.....	26
Tableau 7.	Efficacité de la signalisation .....	28
Tableau 8.	Exemple d'une AMDE .....	30
Tableau 9.	Possibilités de basculement en fonction des cas de chargement .....	38
Tableau 10.	Résultats de l'étude de l'ATA .....	40
Tableau 11.	Types de barres anti-encastrement recensés pour la simulation .....	41
Tableau 12.	Résultats de la modélisation du chargement des barres anti-encastrement .	43
Tableau 13.	Signification des cotes du questionnaire .....	52
Tableau 14.	Exemple d'une question .....	53
Tableau 15.	Règles de dévaluation du potentiel d'applicabilité et d'efficacité des mesures .....	57

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Problématique

En raison des exigences fonctionnelles associées à la réception et à la livraison de marchandises, la grande majorité des établissements industriels sont pourvus d'un ou de plusieurs quais de transbordement pour camions. Des recherches antérieures ont permis de constater que la chute ou la quasi-chute d'un chariot élévateur en bas du quai, suite au déplacement soudain du camion, est un événement relativement fréquent dans les établissements industriels (Charron et Gauthier, 1996). La chute d'un chariot du quai ou du camion peut entraîner des blessures graves au cariste dues à l'impact qui en résulte. De plus, il arrive aussi que le chariot se renverse lors de la chute, éjectant ainsi le cariste qui peut ensuite être écrasé par le chariot ou par sa structure de protection. Dans tous les cas, ces accidents ont un potentiel de gravité considérable (Bouliane et Dalière, 1986; IRSST, 1995).

Les statistiques de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) des années 1991-1997 dénombrent au-delà de 5 600 accidents reliés à l'utilisation des chariots élévateurs dont certains sont en lien avec l'utilisation des chariots aux quais de transbordement (OSHA, 1999). *L'Occupational Safety and Health Administration* Américaine (OSHA, 1999) mentionne que la banque « OSHA Fatality/Catastrophe Reports<sup>1</sup> » contient 208 cas d'accidents graves de chariots élévateurs survenus entre 1984 et 1991 dont six (2,9 %) sont des chutes du chariot du quai ou du camion. De même, la banque « OSHA Emergency Communication System Reports<sup>2</sup> » rapporte 247 cas d'accidents graves de chariots survenus entre 1980 et 1991 dont sept (2,8 %) sont causés par des camions non retenus aux quais.

---

<sup>1</sup> OSHA Fatality/Catastrophe Reports : Recueil de résultats sommaires d'enquête d'accidents qui ont causé des décès, des catastrophes, amputations et hospitalisations de deux jours ou plus, ainsi que des accidents qui ont eu une publicité significative ou qui ont été la cause d'importants dommages matériels.

<sup>2</sup> OSHA Emergency Communication System Reports : Système qui requiert de tous les administrateurs régionaux de fournir par téléphone au « National Office », un premier rapport des fatalités, catastrophes et événements importants (comme ceux qui reçoivent une publicité significative).

Plusieurs mesures de retenue des camions sont actuellement utilisées dans les établissements dans le but de prévenir les accidents aux quais de transbordement. Traditionnellement, des cales de retenue sont placées sous les roues du camion afin d'empêcher le déplacement. Toutefois, cette mesure nécessite une intervention manuelle pour placer ou enlever les cales. Ces opérations étant parfois contraignantes, il arrive fréquemment qu'elles soient négligées ou oubliées (Charron et Gauthier, 1996). De plus, les cales sont souvent inefficaces pour retenir un camion, par exemple lorsque la semi-remorque est vide ou que le sol est glissant (Benoît et Bélanger, 1997). Ces dernières années, plusieurs autres dispositifs permettant la retenue des camions au quai ont également été mis sur le marché. Le principe de fonctionnement de ces dispositifs est de retenir le camion en s'accrochant à la barre anti-encastrement ou en bloquant les roues. Des systèmes de communication (feux de circulation, alarmes sonores, etc..) sont également utilisés comme mesure de retenue, seule, ou en conjonction avec les systèmes mécaniques. Enfin, dans plusieurs établissements, ce sont des mesures organisationnelles qui assurent la sécurité des travailleurs : procédures d'autorisation de départ pour le camionneur, cadenassage du système de freinage de la semi-remorque, prise des clés du camion, etc..

Après une analyse préliminaire, il s'est avéré qu'aucune étude détaillée n'avait été réalisée afin d'évaluer le niveau réel de sécurité offert par les diverses mesures de retenue mise en oeuvre dans les établissements en tenant compte de leur contexte particulier. Le rapport de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail (IRSST) « *Dispositifs d'ancrage de camions - recueil d'informations techniques* » (Benoît et Bélanger, 1997) est un inventaire des dispositifs d'ancrage réalisé à la demande de l'Association sectorielle transport et entreposage (ASTE). Toutefois, ce projet n'a pu répondre à l'objectif ultime de cette demande : « *Analyser les différents moyens et dispositifs d'ancrage afin que nous puissions recommander...* » à cause de la grande complexité des différents systèmes, tel que mentionné à la page 10 du rapport. Aucune analyse de l'efficacité et de la fiabilité (d'un point de vue sécurité) de ces mesures de retenue n'a donc été réalisée dans le cadre de cette étude. De plus, certains points soulevés lors de cette étude indiquent que les différentes mesures de retenue des camions étudiées n'offrent pas le même niveau d'efficacité et de fiabilité dans tous les

contextes d'utilisation pour prévenir les accidents aux quais de transbordement (Benoît et Bélanger, 1997).

Le présent projet de recherche a donc été entrepris afin de développer un outil systématique et objectif permettant d'évaluer l'efficacité, la fiabilité et la sécurité des diverses mesures de retenue. Cet outil devait permettre de faire un choix éclairé parmi les mesures de retenue existantes en fonction de la sécurité recherchée et des contraintes physiques d'opération et environnementales spécifiques à chaque installation.

## **1.2 État des connaissances**

### **1.2.1 La chute du chariot élévateur du quai : les événements dangereux**

Il y a trois événements dangereux principaux pouvant mener à la chute du chariot du quai de transbordement. Il s'agit du départ inopiné du camion<sup>3</sup>, du glissement du camion (ou de la semi-remorque) ou du basculement de la semi-remorque.

Le départ inopiné du camion est l'une des principales causes des accidents (Benoît & Bélanger, 1997). Cette situation se produit lorsque le camion est retiré de sa position au quai par un camionneur ou un gareur avant la fin du transbordement suite à une erreur humaine ou une mauvaise signalisation. À ce sujet, Brittingham (2001) place la faute sur la mauvaise communication entre le camionneur et le contrôleur. Deux autres possibilités coexistent : le gareur ou camionneur retire le mauvais camion du quai, ou remplace le camion au cours du transbordement après avoir constaté qu'il était mal positionné (anonyme, 2001), ces situations s'étant déjà présentées.

La semi-remorque peut également se déplacer petit à petit vers l'avant sous l'effet de la force de freinage résultant du mouvement du chariot qui entre et sort de la semi-remorque.

---

<sup>3</sup> Afin d'alléger le texte, le mot « camion » sera utilisé pour désigner non seulement l'ensemble tracteur-semi-remorque mais aussi les camions-fourgon surélevés dont la partie de chargement est indissociable de la partie motrice. Les événements dangereux de départ inopiné et de glissement affectent également les ensembles tracteurs-semi-remorques et les camions-fourgons surélevés. Toutefois, le danger de basculement ne concerne uniquement que les semi-remorques lorsqu'elles sont dételées du tracteur.

Ces petits déplacements qui s'additionnent peuvent être suffisants pour que la lèvre du pont niveleur quitte le plancher de la semi-remorque et tombe, laissant un espace important entre le quai et la semi-remorque. Cet espace peut alors être élargi lorsque les roues du chariot élévateur s'y coincent, entraînant potentiellement la chute du chariot. Deux cas de figures sont présents. D'abord, lorsque le chariot freine à l'intérieur de la semi-remorque, il transfère une partie de son énergie cinétique à cette dernière, ce qui peut être suffisant pour la faire glisser de quelques centimètres. De plus, lorsque la semi-remorque est détachée du tracteur et/ou que ses freins sont défectueux ou non appliqués, celle-ci peut rouler sous l'effet de la force créée par le chariot. Ces phénomènes de glissement ou de roulement<sup>4</sup> peuvent être aggravés par une chaussée glissante (en hiver) ou par une chaussée en pente vers l'avant du camion. Comme le rapporte Brittingham (2001), le glissement peut se produire d'un seul coup, mais peut aussi prendre un certain temps, la semi-remorque avançant de quelques centimètres à chaque fois que le chariot s'engage dans la semi-remorque. Le second cas de figure est rapporté par Nelson (1999) sous le vocable de «*ski-slope*», effet qui est créé lorsque le plancher de la semi-remorque est plus bas que le niveau intérieur de l'entrepôt. En descendant dans la semi-remorque, le chariot y frappe systématiquement le plancher. Les efforts générés peuvent augmenter les probabilités de glissement. Enfin, les ressorts pneumatiques associés à la géométrie de la suspension peuvent aussi générer un léger avancement de la semi-remorque à chaque entrée du chariot. En effet, lorsque la roue de la semi-remorque est freinée, elle devient solidaire de la suspension. L'affaissement de la suspension dû à l'entrée du chariot dans la semi-remorque entraîne donc une légère rotation vers l'avant de la roue, ce qui peut faire avancer légèrement la semi-remorque.

Le basculement de la semi-remorque se produit uniquement dans le cas d'une semi-remorque qui n'est pas attelée à un tracteur et qui repose sur des béquilles. Deux cas peuvent être observés. Dans le premier cas, la semi-remorque bascule lorsque le centre de gravité du chariot et de sa charge se retrouve en avant des béquilles et que le moment de rotation autour des béquilles généré par la masse combinée du chariot et de la charge est supérieure au moment de rotation autour du même axe généré par la masse de la

---

<sup>4</sup> Afin d'alléger le texte, le terme « glissement » sera utilisé dans ce rapport pour décrire non seulement le glissement proprement dit mais également le déplacement par rotation des roues du camion ou de la semi-remorque (roulement).

semi-remorque. Cette possibilité de basculement se rencontre surtout avec des semi-remorques courtes (Nelson, 1999) dont le centre de gravité est naturellement proche des béquilles.

Dans le deuxième cas, lorsqu'une force assez grande est imposée aux béquilles, celles-ci peuvent plier, casser ou retourner à leur position repliée (en cas de défaillance du mécanisme qui retient les béquilles en position). La plupart des béquilles reposent sur des coussinets métalliques et non sur des roues et ne peuvent donc pas glisser facilement vers l'avant lorsqu'une force est appliquée (Schwind, 1994). Il arrive également que les béquilles s'affaissent pendant le basculement de la semi-remorque car elles ne sont plus sollicitées suivant leur axe principal (vertical) mais plutôt perpendiculairement à celui-ci. Lorsque l'une ou les deux béquilles s'affaissent, la semi-remorque peut tomber sur le côté (affaissement d'une seule béquille) ou piquer du nez (affaissement des deux béquilles) (Nelson, 1999).

### 1.2.2 Description des différentes mesures de retenue

Plusieurs mesures sont utilisées pour retenir le camion au quai de transbordement. Pour ce qui est des dispositifs mécaniques, le rapport de l'IRSST (Benoît et Bélanger, 1997) dresse un inventaire complet des dispositifs de retenue mécanique et contient, en plus, une description détaillée des caractéristiques de chacun des systèmes disponibles sur le marché québécois. On distingue deux principaux types de dispositifs de retenue : les systèmes à cales de roues et les systèmes avec dispositif d'arrimage à la barre anti-encastrement, appelées aussi barre ICC<sup>5</sup>.

Les systèmes à cales de roue sont simplement constitués d'une cale que l'on positionne devant une des roues arrière du camion. Traditionnellement mis en place manuellement par le conducteur du camion, ce système est de loin le plus répandu dans les

---

<sup>5</sup> La barre anti-encastrement (ou barre ICC) est une structure métallique fixée à l'arrière de la semi-remorque qui est conçue pour éviter que les véhicules automobiles qui percutent le camion par l'arrière glissent sous celui-ci. Cette barre est donc conçue pour se déformer et résister à une force de poussée par impact et non pas à une force de traction. ICC : *Interstate Commerce Commission* : organisme du gouvernement fédéral américain, dissout en 1995 au profit du *Department Of Transport* (DOT).

établissements québécois. Toutefois, tel que mentionné précédemment, les opérations de mise en place et d'enlèvement des cales étant parfois contraignantes, en raison notamment des conditions climatiques ou des contraintes de temps, il arrive qu'elles soient oubliées ou négligées. Pour réduire les risques d'oubli, des systèmes de surveillance et de communication permettant de donner un signal visuel et/ou sonore, ou même d'empêcher la mise en place du pont de liaison entre le camion et le quai lorsque la cale n'est pas en place, ont été développés.

Par ailleurs, les cales installées manuellement sont parfois difficiles à enlever après le chargement du camion car le pneu y applique une force importante en se déformant. Des systèmes de retenue des roues qui se positionnent mécaniquement par la simple activation d'une commande ont également été proposés, permettant de réduire les contraintes et les risques associés à la mise en place et à l'enlèvement des cales manuelles.

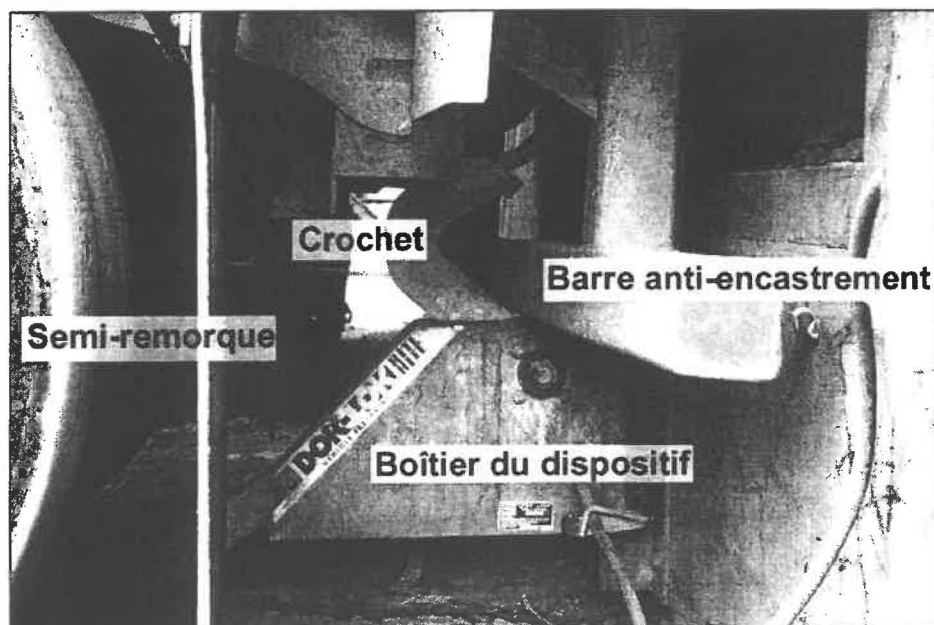


Figure 1. Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement

Les systèmes avec dispositif d'arrimage à la barre anti-encastrement (voir figure 1) fonctionnent essentiellement sur le même principe. Une fois le camion en place, une tige,

un crochet ou un bras basculant vient retenir ou se placer devant la barre anti-encastrement. Ces systèmes compensent généralement l'affaissement de la suspension dû à la charge et aux déplacements du chariot (entrée et sortie, freinage, etc.).

Des systèmes de surveillance et d'information peuvent être associés à tous les types de dispositifs disponibles sur le marché (cales manuelles ou mécaniques, dispositifs d'arrimage à la barre anti-encastrement). Reliés au module de commande des systèmes, ils assurent la surveillance de certains paramètres fonctionnels des dispositifs de retenue (auto diagnostic, position des éléments mobiles, etc.) et gèrent les fonctions de communication avec les divers éléments du quai (pont de liaison, porte, etc.). De plus, ils informent le cariste et le camionneur de l'état du système et des anomalies détectées et assurent la communication entre ceux-ci.

La majorité des établissements ont en place une communication plus ou moins formelle entre le cariste et le camionneur. Ces mesures procédurales comprennent entre autres l'échange de documents et la communication verbale directe entre le cariste ou le responsable des activités de transbordement et le camionneur. On retrouve aussi, mais plus rarement, des mesures qui comprennent la retenue des clés du camion ou le cadenassage des boyaux qui commande le relâchement des freins de la semi-remorque.

En ce qui a trait à la prévention du basculement de la semi-remorque, outre le maintien du tracteur attelé à la semi-remorque, certains établissements ont recours à des chandelles de support spécialement conçues à cette fin. Dans d'autres cas, des mesures procédurales sont mises en œuvre afin d'éviter que les plus gros chariots n'entrent dans les semi-remorques les plus courtes, qui sont nettement plus sujettes au basculement que les semi-remorques plus longues.

Gordon (1991) et Ketchpaw (1988) ont énuméré certains critères à prendre en compte dans le choix d'une mesure de retenue, ces critères sont de nature générale et ne vont pas dans les détails de fiabilité et d'efficacité. Leurs critères de sélection sont entre autres : la présence de feux de signalisation et d'une alarme sonore, la facilité d'utilisation, la facilité de maintenance et la résistance aux éléments (neige, eau, débris). Il n'existe cependant toujours pas de méthode exhaustive pour choisir la ou les mesures s'adaptant

aux conditions de l'établissement en fonction de son contexte. Quant à la réglementation québécoise, seul l'article 51 de la «loi sur la santé et sécurité du travail» (L.R.Q. 2005) exige que l'employeur prennent les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité des travailleurs. Les inspecteurs de la CSST utilisent cet article conjointement à la norme B56.1-2000 *Safety Standards for High Lift and Low Lift Trucks* de l'*American Society of Mechanical Engineers* (ASME) pour obliger les entreprises à utiliser des cales manuelles.

### **1.3 Objectifs de la recherche**

Mis à part les cales manuelles et les mesures organisationnelles (procédurales), les dispositifs de retenue disponibles sur le marché sont encore relativement peu répandus dans les établissements industriels. On dénote toutefois une certaine tendance vers l'implantation à plus grande échelle de ces mesures de sécurité. Or, les personnes responsables de la sélection de ces mesures pour leurs établissements n'ont pas de méthodes pour évaluer le niveau de sécurité des mesures qu'ils comptent acquérir et/ou mettre en oeuvre. En plus de prendre en compte des critères de choix fonctionnels, plusieurs paramètres doivent être considérés et devant la grande panoplie des mesures existantes, il devient difficile de discerner les mesures qui seront effectivement sécuritaires dans un contexte donné.

Les études antérieures menées par l'IRSST n'avaient pas pour objectifs de réaliser des analyses détaillées de la sécurité des mesures de retenue existantes. De plus, à notre connaissance, aucune autre étude n'a été menée sur le sujet. Plusieurs questions restent donc sans réponse quant à l'adéquation, du point de vue de la sécurité, entre les diverses mesures de retenue et les contextes inhérents à chaque établissement. Ces informations sont pourtant essentielles afin que les personnes chargées de la sélection et de la mise en oeuvre de ces mesures puissent faire des choix éclairés et implanter des mesures de sécurité sûres et fiables.

L'objectif principal de ce projet de recherche était donc de développer et de valider un outil d'évaluation de la sécurité relié aux mesures de retenue de camions au quai de transbordement. Cet objectif principal est basé sur la prémisse qu'il sera possible, pour

une personne adéquatement initiée à l'outil développé, de procéder à une évaluation fiable des divers types de mesures qui lui seront soumis ainsi que de formuler des critères et des recommandations précis pour la mise en oeuvre de ces mesures dans un contexte donné.

L'outil d'évaluation développé dans le cadre de cette étude devait répondre à deux critères incontournables. Il devait d'abord permettre de réaliser une évaluation juste avec des résultats valides pour les différents types de mesures utilisées dans plusieurs contextes différents. Il devait ensuite être adapté aux besoins des personnes qui l'utiliseront, c'est-à-dire les personnes qui participeront à la sélection et à la mise en oeuvre des mesures de retenue dans des établissements industriels et commerciaux et aussi par les autres intervenants appelés à accompagner ces personnes dans les choix qu'ils auront à faire (par exemple, des inspecteurs de la CSST ou des personnes-ressources issues de divers organismes paritaires, patronaux ou syndicaux voués à la santé et à la sécurité du travail). À cet égard, l'outil conçu devait être relativement simple d'apprentissage et d'utilisation. Il devait également être efficace et permettre des évaluations rapides et sans l'apport d'analyses supplémentaires ou d'essais approfondis. L'outil devait également être conçu pour que sa diffusion puisse se faire rapidement et à grande échelle, moyennant les quelques mises en forme et le développement de la formation spécifique nécessaire à sa bonne application.

Il est important de souligner que l'outil vise à faire un choix éclairé parmi les mesures de retenue existantes en fonction de la sécurité recherchée ainsi que des contraintes d'opération et environnementales spécifiques à chaque installation. Il n'a donc pas été conçu pour faire un classement global et hors contexte des différents systèmes de retenue disponibles sur le marché en fonction de paramètres de sécurité prédéterminés; ce genre de classement pouvant injustement favoriser certains systèmes et en rejeter certains autres.

La présente étude a porté tant sur les aspects techniques qu'organisationnels des mesures de retenue pouvant avoir un impact sur la sécurité. Les défaillances des dispositifs mécaniques de même que leurs relations avec leur environnement d'utilisation (caractéristiques du quai, types de semi-remorques ou camion, conditions climatiques,

etc.), ainsi que les interactions systémiques entre les personnes et les différentes mesures de retenue ont été particulièrement scrutées.

#### 1.4 Équipe de recherche et fonctionnement

L'équipe de recherche formée pour ce projet était composée cinq chercheurs, un technicien et un étudiant de la maîtrise en génie industriel (concentration sécurité et hygiène industrielles) de l'université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Les membres de l'équipe ont été sélectionnés en fonction de leurs compétences spécifiques. Le tableau 1 résume la composition de l'équipe de recherche. La participation de l'auteur à ces travaux était entre autres de colliger les informations et résultats des autres membres de l'équipe, les résultats des visites et du questionnaire postal. L'auteur participait également à la réalisation des analyses, plus particulièrement l'arbre des fautes (ADF) et aux collectes de données sur le terrain (visites en entreprises et visites de validation de l'outil). Il y a également réalisé la rédaction de certains rapports intermédiaires, d'une partie du rapport final et de certaines annexes. Bien sûr, l'auteur a participé aux rencontres de l'équipe de recherche et contribué au développement de l'outil.

Tableau 1. Composition de l'équipe de recherche

Nom et institution		Fonction dans le projet
François Gauthier	UQTR	Chercheur responsable Ingénieur et spécialiste en analyse de risques
Laurent Giraud	IRSST	Chercheur co-responsable à l'IRSST à partir de juin 2002 Ingénieur stagiaire et spécialiste en fiabilité et maintenance
Serge Massé	IRSST	Chercheur co-responsable à l'IRSST jusqu'en mai 2002 Ingénieur et spécialiste en sécurité des machines (mécanique)
Jean-Guy Richard	IRSST	Chercheur Ingénieur et ergonomiste
Réal Bourbonnière	IRSST	Ingénieur et spécialiste en sécurité des machines (commandes)
Renaud Daigle	IRSST	Technicien
Sylvain Bournival	UQTR	Étudiant à la maîtrise

L'équipe de recherche avançait dans ses travaux en se réunissant environ une fois à toutes les trois semaines. Lors de chaque réunion, chacun des membres se voyait assigner une tâche à accomplir pour la prochaine réunion. Pendant la phase de collecte de données et d'analyse de risque, les réunions consistaient à expliquer aux autres membres les résultats des recherches de chaque chercheur, ces informations étaient discutées puis de nouvelles tâches étaient assignées à la lumière des données acquises et de la méthodologie du projet. Pendant la phase de création et de validation de l'outil, les réunions étaient surtout axées sur la sélection des différents paramètres de l'outil.

Plusieurs établissements ont été visités au cours du projet. Dans la majorité des cas, deux ou trois membres de l'équipe de recherche participaient à ces visites.

Différentes modélisations ont été réalisées par les membres de l'équipe ou par des étudiants en ingénierie sous la supervision directe des membres de l'équipe. Des essais de cales de roues sur le terrain ont été réalisés par deux des membres de l'équipe dans les installations du Centre de formation en transport de Charlesbourg.

Le projet a donné lieu à un rapport final publié par l'IRSST (Gauthier, 2004) et dont les conclusions reflètent les résultats présentés dans ce mémoire.

## 2 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DU PROJET

La réalisation de ce projet de recherche comportait cinq grandes étapes qui sont représentées à la figure 2. Il est pertinent de mentionner que ce projet jouissait du support d'un comité de suivi composé de divers intervenants issus de la CSST et d'associations en santé et sécurité (l'Association de santé et de sécurité des pâtes et papiers du Québec (ASSPPQ), l'Association sectorielle paritaire du secteur des textiles (Préventex) et l'Association sectorielle paritaire du secteur transport et entreposage (ASTE)). Ce comité avait pour mandat de recevoir et de commenter les résultats de la recherche au fur et à mesure de son avancement, d'orienter les chercheurs tout au long de la démarche en fonction de leurs besoins spécifiques et de mettre en contact les chercheurs avec les établissements pour la collecte de données. Cinq réunions du comité ont été tenues à des points stratégiques de l'avancement du projet, tel que le montre la figure 2.

Les principales étapes de la démarche de ce projet sont détaillées aux sections suivantes.

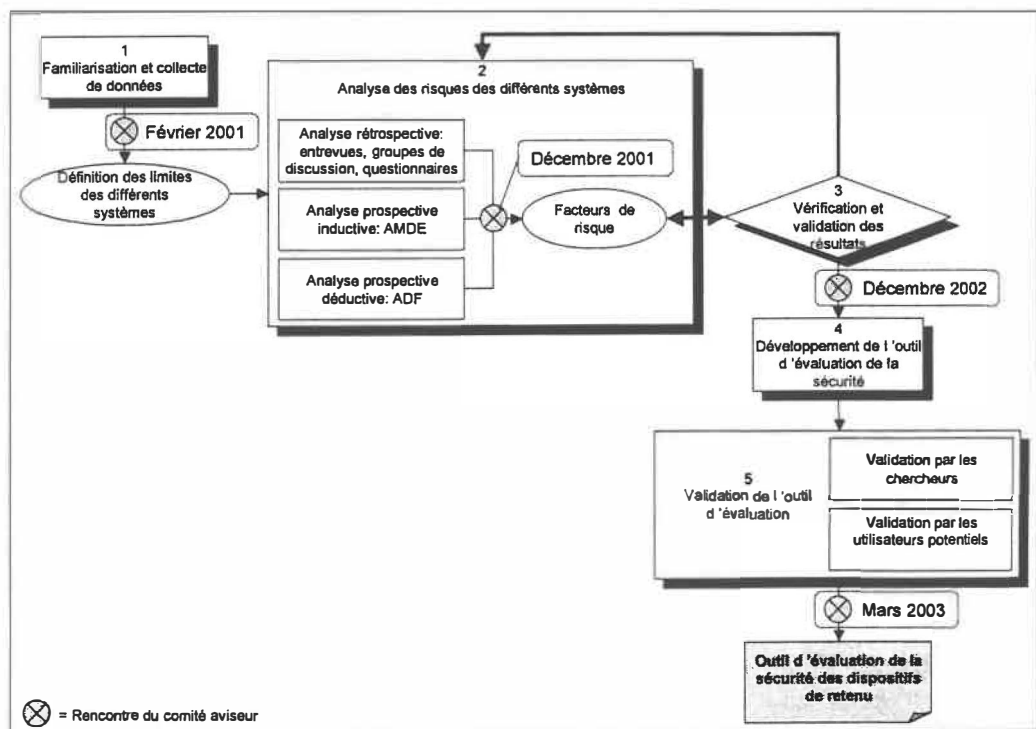


Figure 2. Méthodologie générale du projet de recherche

## **2.1 Familiarisation et collecte de données**

Cette première étape était essentielle à la démarche d'analyse des risques. Il s'agissait pour les chercheurs de se familiariser avec les différentes mesures utilisées dans les établissements et de recueillir des informations servant à alimenter l'analyse proprement dite.

### **2.1.1 Visites exploratoires**

Quatre visites exploratoires ont d'abord permis aux chercheurs de mieux apprécier les différents systèmes mécaniques actuellement en opération. Les informations préliminaires obtenues, associées à celles issues de l'analyse de la littérature, ont servi à développer une catégorisation générale des mesures de retenue ainsi que des classes et sous-classes en fonction de leurs concepts. Les différentes possibilités de combinaison des mesures de retenue ont également été déterminées. Cette étape a servi à recueillir des informations préliminaires afin de préparer les grilles de collecte de données qui ont été utilisées dans les analyses subséquentes.

### **2.1.2 Visites de collectes de données**

Dix établissements où étaient utilisés divers systèmes de retenue mécanique (allant de la simple cale au dispositif automatique d'accrochage de la barre anti-encastrement) ont été visités. Ces établissements ont servi de site d'observation pour la collecte de données et les analyses subséquentes. Dans chacun de ces établissements, des observations sur le terrain, des entrevues semi-dirigées et la cueillette de documents ont été utilisées comme techniques de collecte de données.

Les informations recueillies à l'étape des visites exploratoires ont permis de développer cinq grilles spécifiques qui ont été utilisées pour la collecte de données. Ces grilles permettaient de recueillir les informations relatives aux établissements (taille, activité, etc.), aux incidents et accidents qui étaient survenus dans les dernières années aux quais de transbordement, à la description des quais (nombre de portes, hauteur, emplacement, etc.), aux mesures de retenue utilisées (cales, crochets, lumières, etc.) et enfin, aux mesures organisationnelles mises en œuvre. Ces grilles ont constitué les outils de base pour la collecte de données.

### **2.1.3 Enquête postale**

Parallèlement aux observations sur le terrain, une enquête postale a été effectuée auprès de 92 établissements dont les coordonnées avaient été fournies par les représentants des associations industrielles siégeant sur le comité de suivi du projet. Cette enquête a été échelonnée de l'été 2001 à l'été 2002. Le questionnaire utilisé était basé sur la grille « Rétrospective » utilisée lors des observations sur le terrain. Les informations recueillies concernaient essentiellement les mesures de retenue utilisées, les accidents et incidents qui se sont produits dans ces établissements relativement aux activités du quai de transbordement ainsi qu'un aperçu global des facteurs de risque les plus fréquents et leurs occurrences. Suite à un rappel téléphonique, 32 établissements ont répondu à cette enquête, permettant d'obtenir un taux de réponse de 34.8 %.

### **2.1.4 Rencontre de fabricants et distributeurs de dispositifs de retenue**

Les représentants des principaux distributeurs québécois de dispositifs de retenue mécaniques ont été rencontrés. Ces rencontres avaient pour but de mieux comprendre les particularités de chaque type de systèmes de retenus mécaniques. Dans certains cas, des détails techniques sur la conception de ces systèmes ont été recueillis.

## **2.2 L'analyse des risques**

L'outil d'évaluation a été développé sur la base d'une analyse de risques associée à l'application des différentes mesures de retenue. L'annexe A contient la description détaillée de l'analyse de risques ainsi qu'une description des méthodes d'analyses utilisées pendant cette étude. L'analyse tenait compte des caractéristiques des différentes mesures en relation avec leur environnement (caractéristiques du quai, types de semi-remorques ou camion, conditions climatiques, etc.) et des interactions entre les personnes et ces mesures. Des facteurs de risque ont été identifiés et associés aux caractéristiques conceptuelles des différentes mesures. À partir des facteurs de risque identifiés, des paramètres définissant l'efficacité et la fiabilité des mesures et des regroupements de mesures ont été définis afin de développer l'outil d'évaluation.

Les informations recueillies précédemment lors des visites, de l'enquête postale et des rencontres avec les fabricants et les distributeurs ainsi que la détermination des limites ont permis aux chercheurs de lancer l'analyse des risques proprement dite, qui constituait le cœur de ce projet de recherche. Cette analyse a été réalisée en utilisant deux approches distinctes : l'analyse rétrospective et l'analyse prospective.

### 2.2.1 L'analyse rétrospective

L'analyse rétrospective utilise l'historique du système à analyser pour identifier les dangers connus ainsi que leurs causes. Elle a donc pour objectifs de répertorier les événements dangereux qu'un système a engendré dans le passé et d'identifier les causes réelles (connues) de ces événements. Cette analyse, qui s'apparente à une enquête, n'est évidemment applicable qu'à des systèmes bien connus et utilisés depuis un certain temps. En utilisant les données recueillies via les visites et l'enquête postale, les chercheurs ont donc procédé à l'analyse des informations sur :

- les accidents, incidents et risques encourus dans le passé;
- les défaillances survenues dans le passé (circonstances, conditions environnementales, pièces défaillantes, etc.);
- la fiabilité des différents systèmes;
- les principaux facteurs humains reliés aux accidents et incidents passés;
- les principaux facteurs externes responsables des défaillances des systèmes existants (environnement, camion ou semi-remorque, barre anti-encastrement, etc.).

Ces données ont servi à définir une base de données de facteurs de risque pour lesquels les chercheurs ont établi une évaluation de leur fréquence d'occurrence. Ces facteurs de risque ont ensuite été introduits dans un modèle d'analyse des risques sous forme d'arbre des fautes (ADF) de façon à ce que les causes mêmes de ces facteurs de risque puissent être analysées.

### **2.2.2 L'analyse prospective**

Les analyses prospectives sont plus théoriques et orientées sur les dangers potentiels (et leurs causes) que peut présenter un système quelconque. On distingue deux modes spécifiques pour l'analyse prospective : l'analyse prospective inductive et l'analyse prospective déductive.

Les analyses prospectives inductives (des causes vers les effets) débutent généralement par l'identification des possibilités de défaillance des éléments d'un système (humains, machines, procédés, procédures, logiciels, etc.). Les analystes étudient ensuite les effets de ces défaillances (ou facteurs de risque) sur l'ensemble du système et les événements dangereux qui en découlent. L'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) a été utilisée pour réaliser des analyses prospectives inductives de l'application des différentes mesures de retenue.

L'AMDE est cependant une méthode de base utilisée pour les analyses grossières et devait être complétée par des analyses prospectives déductives, notamment pour l'étude des défaillances multiples et des effets séquentiels. Les analyses prospectives déductives (des effets vers les causes) débutent par la définition des événements ou situations critiques non désirables pouvant impliquer un système, et se poursuivent par la recherche des causes de ces événements. Suivant cette logique, c'est la méthode de l'arbre des fautes (ADF) qui a été utilisée pour compléter l'analyse des risques des mesures de retenue.

### **2.3 Vérification et validation des résultats de l'analyse des risques**

Les analyses détaillées des risques réalisées sur les mesures de retenue existantes ont nécessité des observations et des cueillettes de données régulières sur le terrain. Certaines informations et hypothèses ont dû notamment être confirmées par les utilisateurs de ces systèmes et/ou par leurs fabricants. De plus, il a également été nécessaire de procéder à certaines analyses techniques plus détaillées permettant de valider et de vérifier la justesse de l'analyse. Entre autres, il fut nécessaire pour les chercheurs de déterminer l'impact réel (probabilité d'occurrence et effets) de certains

facteurs de risque identifiés (comme par exemple, l'efficacité réelle des cales de roues sur un sol glacé).

## **2.4 Développement de l'outil**

Les résultats de l'analyse des risques réalisée à l'étape précédente ont servi directement à l'élaboration de l'outil d'évaluation de la sécurité des mesures de retenue. C'est à partir des facteurs de risque identifiés durant l'étape précédente de la recherche qu'à pu être élaboré l'outil. Il s'agissait essentiellement de transposer les résultats de l'analyse des risques dans une structure logique, permettant à un évaluateur formé d'évaluer le niveau de sécurité d'un contexte donné, en considérant l'apport sécuritaire de mesures de retenue actuelles ou envisagées.

Plusieurs concepts d'outils ont été proposés par les membres de l'équipe de recherche, la plupart sur la base de matrices décisionnelles paramétrées. Afin d'obtenir un outil d'évaluation à la fois fiable et d'un niveau de complexité modéré, les chercheurs ont confronté ces concepts à des critères de logique et de convivialité de la démarche. Ces évaluations ont été réalisées lors de plusieurs rencontres impliquant l'ensemble de l'équipe de recherche. Les éléments pertinents des différents concepts évalués ont été graduellement rassemblés dans un concept d'outil final. Par la suite, des améliorations tant sur le plan de la forme que sur les paramètres d'évaluation contenus dans l'outil ont été apportées par l'équipe de recherche. L'expertise en ergonomie ainsi qu'en analyse de risque des membres de l'équipe de recherche a été particulièrement mise à contribution pour compléter le développement et l'optimisation de l'outil.

## **2.5 Validation de l'outil**

L'outil d'évaluation développé a été soumis à une phase de validation afin de s'assurer qu'il permettait effectivement de réaliser une évaluation juste et suffisante de la sécurité des différentes mesures de retenues. L'outil a été testé lors de l'évaluation de douze installations existantes dans des établissements ciblés. Ces établissements ont été choisis pour leurs différences contextuelles au niveau des activités de transbordement ainsi que pour obtenir une certaine variété au niveau des mesures de retenu en place. Chaque

visite de validation durait de deux à trois heures et permettait d'appliquer l'outil d'évaluation à un quai de transbordement et d'obtenir des informations sur l'historique du quai, incluant la description des éventuels incidents et accidents s'y étant produits. Une brève présentation des résultats de l'évaluation était ensuite faite au responsable du quai désigné par l'établissement.

Cette validation ne visait pas à évaluer le degré de convivialité de l'outil avec des utilisateurs potentiels. Toutefois, quelques membres du comité de suivi du projet ont participé à plusieurs de ces évaluations. Ceci a permis aux membres du comité de suivi de se familiariser avec l'outil dans son application à un cas réel. La présence de membres du comité de suivi lors des visites de validation de l'outil a aussi permis de bénéficier d'avis d'experts qui ont servi à l'ajustement final de l'outil.

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 Bilan de la situation générale aux quais de transbordement dans les établissements étudiés

Dix établissements ont été visités, chacun à deux ou trois reprises par différents membres de l'équipe de recherche. Dans chaque cas, les cinq grilles de collecte de données ont été complétées lors de ces visites. La grille «établissement» permettait de recueillir des informations sur l'établissement alors que la grille «perspective utilisateur» rassemblait des informations sur les procédures et sur la perception du risque par les gens concernés par le transbordement. La grille «environnement quai» regroupait toutes les informations concernant les quais de l'établissement, par exemple les dimensions, le type et l'état de la cour, etc.. La grille «dispositif de retenue» rassemblait les informations sur les différents dispositifs de retenu utilisés par l'établissement, leurs dimensions, les systèmes de signalisation et d'alarmes, leur mode de fonctionnement, leur séquence logique d'opération, etc.. Enfin, la grille «rétrospective», identique à celle utilisée pour l'enquête postale, permettait de recueillir des informations sur les événements (accidents et incidents) survenus à l'établissement ainsi que sur l'efficacité des mesures en place.

Aux données recueillies dans ces dix établissements sont venues s'ajouter celles de l'enquête postale à laquelle ont répondu 32 établissements. Ces informations ont été utilisées pour dresser le bilan de la situation générale des quais de transbordement. Elles ont également alimenté l'analyse de risques et permis de tester les versions préliminaires de l'outil. L'annexe B contient les résultats de cette enquête postale.

Sans permettre de réaliser des analyses statistiques détaillées, les données recueillies ont permis de préciser le profil des établissements étudiés ainsi que les différentes mesures de sécurité utilisées et les situations rencontrées. Sur les 42 établissements pour lesquels des données complètes ont été compilées, 40 comptaient entre 75 et 200 employés, donc majoritairement des PME. Dans près de la moitié de ces établissements (22), le sol de la cour était plat. Dans le même nombre d'établissements, un gareur (c'est-à-dire une personne spécifiquement attitrée au placement et au retrait des semi-remorques) assuraient le déplacement des semi-remorques. Le trafic journalier moyen aux quais

variait considérablement entre les établissements, de moins de 5 camions pour l'un d'entre eux à plus de 51 pour 4 établissements. L'arrivée des camions était uniformément répartie sur le quart de travail dans 26 établissements, mais 11 ont signalé des pointes d'achalandage importantes. Le tableau 2 présente une série d'informations complétant ce bilan.

Des informations sur huit types de mesures de retenue ont été demandées. Trois d'entre-elles (le cadenassage<sup>6</sup> des boyaux d'air du système de freins de la semi-remorque, la prise des clefs et les dispositifs de retenue automatique des roues) n'étaient pas utilisées par les établissements sondés. Les cinq types de mesures utilisées dans ces établissements sont : les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, les cales manuelles, les cales à détection de positionnement et plaque de retenue<sup>7</sup>, la signalisation visuelle et l'alarme sonore. Les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement étaient les mieux représentés, avec 36 établissements rapportant utiliser ces dispositifs, pour un total de 298 portes de quais équipés. Ces dispositifs sont généralement assez récents, la moyenne d'âge de ceux-ci se situant entre 4 et 5 ans. La grande majorité de ces systèmes sont utilisés en association avec un système de signalisation visuelle. Les cales manuelles sont également très répandues, 25 établissements ont rapporté les utiliser. Dans ce cas-ci, seulement deux d'entre eux rapportent que leurs cales sont reliées à un système de signalisation visuelle. Pour ce qui est des cales à détection de positionnement et plaque de retenue, quatre établissements ont rapporté les utiliser, toutes en association avec un système de signalisation visuelle. Bien qu'il existe des systèmes de signalisation visuelle indépendants, tous ceux recensés dans l'étude étaient reliés à un dispositif de retenue mécanique quelconque. Il en était de même dans les cinq établissements où les quais étaient équipés d'alarmes sonores.

---

<sup>6</sup> Deux établissements ont rapporté utiliser cette procédure, cependant après confirmation il s'est avéré qu'ils confondaient celle-ci avec une autre ou qu'ils ne l'utilisaient pas.

<sup>7</sup> Dans le questionnaire cette mesure portait le nom de : dispositif de retenue à cale de roue à positionnement mécanique.

**Tableau 2. Informations sur les établissements étudiés.**

Questions	Énoncé	Nb d'établissements	Énoncé	Nb d'établissements	Énoncé	Nb d'établissements	Énoncé	Nb d'établissements	Énoncé	Nb d'établissements
Nombre de caristes affectés aux quais de transbordement	1 à 2	0	3 à 5	4	6 à 10	7	11 à 20	0	21 et plus	14
Capacité nominale des chariots-élévateurs (1000 lbs)	1 à 3	3	3 à 5	7	5 à 10	7	10 à 15	7	+ de 15	7
Achalandage dans un quart de travail	Réparti	26	Bourrées	11	Concentré	1				
Proportion des camions et semi-remorques avec une barre anti-encastrement	- de 25%	2	25 - 50%	0	50 - 75%	6	75 - 90%	8	90 % et +	20
Proportion des camions et semi-remorques qui ont une barre anti-encastrement en mauvais état	- de 25%	31	26 - 50%	1	50 - 75%	0	75 - 90%	0	90 % et +	0
Proportion des semi-remorques transbordées avec le tracteur attelé	- de 25%	19	27 - 50%	3	50 - 75%	6	75 - 90%	2	90 % et +	11

## 3.2 Résultats de l'analyse de risques

### 3.2.1 L'analyse rétrospective

L'analyse rétrospective a été réalisée via les informations recueillies à l'aide de la grille « rétrospective » qui a été utilisée pour l'enquête postale ainsi que lors des dix visites de collecte de données sur le terrain. Ce questionnaire était divisé en trois parties, soit les caractéristiques des établissements répondants au questionnaire, les événements (accidents et incidents) s'y étant produit et les informations pertinentes aux dispositifs de retenue. L'annexe B présente les résultats détaillés obtenus pour les 42 questionnaires complétés. Des rencontres avec les principaux fabricants et distributeurs de dispositifs de retenue mécaniques ont également permis de compléter les informations. À la lumière des données recueillies, il s'avère que plusieurs événements observés dans les établissements visités font partis des facteurs de risque entrant dans la chaîne de causalité des accidents impliquant la chute du chariot au quai de transbordement.

Une grande partie du questionnaire visait à documenter les accidents et incidents survenus dans les établissements, ainsi que les dysfonctionnements ou les non-activations des mesures de retenues. Trois des 42 établissements étudiés rapportent un accident impliquant la chute complète d'un chariot élévateur du quai durant les dernières années. À première vue, la probabilité d'occurrence de ce type accident peut paraître faible. Toutefois, il est important de considérer la gravité potentielle des conséquences de

la chute d'un chariot du quai. En effet, ce type d'accident cause souvent la mort du cariste ou des lésions graves à la colonne vertébrale, surtout si le chariot se renverse suite à la chute. Par conséquent, le risque associé à la chute du chariot du quai de transbordement demeure préoccupant.

Par ailleurs, plusieurs événements pouvant contribuer à la chute d'un chariot du quai ont été relevés au cours de cette étude. Par exemple, un camion qui avance ou glisse même en présence de cales (sans tentative de départ du chauffeur) est un événement très courant qui se produit chaque jour dans plusieurs établissements. Les données recueillies permettent d'évaluer à plus de 1800 le nombre d'occurrences de cet événement en 5 ans dans les 42 établissements étudiés. Conséquemment, le coincement des roues avant du chariot entre le camion et le quai est aussi un événement relativement fréquent (rapporté dans 14 établissements). Ce coincement est dû à la chute de la lèvre du pont niveleur suite à un léger avancement du camion (départ inopiné) ou à son glissement. Cet événement est à la limite de la chute du chariot.

On relève également plusieurs départs inopinés d'un camion alors qu'un chariot élévateur se trouve toujours à l'intérieur. Dix des établissements étudiés affirment que cet événement s'est produit au moins une fois durant les dernières années. Ici encore, la chute du chariot a été évitée de justesse. Au niveau de l'événement dangereux de basculement, l'affaissement des béquilles d'une semi-remorque s'est produit au moins une fois dans 13 des 42 établissements étudiés. On a également observé dans trois établissements un début de basculement de la semi-remorque qui a été retenue par un dispositif s'accrochant à la barre anti-encastrement (en moyenne une fois par année). Les données qui concernent les accidents et incidents sont résumées dans le tableau 3. Pour sa part, le tableau 4 renseigne sur l'efficacité des dispositifs de retenue lors de tentatives de départs inopinés du camion ou de basculement de la semi-remorque.

Tableau 3. Occurrence des événements à risque dans les établissements étudiés

<p>Cette situation est rencontrée en moyenne à tous les :</p>	Nombre d'établissement ayant répondu ...						
	Jours	semaines	mois	ans	2 ou 3 ans	5 ans ou plus	Jamais
Un camion ou une semi-remorque a quitté le quai avec le chariot élévateur à l'intérieur.	0	0	0	0	3	7	29
Un chariot élévateur est tombé entre le quai et le camion (ex. : roues avant seulement) après qu'un camion ou une semi-remorque s'en soit éloigné ou ait glissé pendant le transbordement.	0	0	0	2	4	8	24
Un chariot élévateur est tombé complètement du quai après qu'un camion ou une semi-remorque s'en soit éloigné ou ait glissé pendant le transbordement.	0	0	0	0	0	3	34
Suite à une erreur de manœuvre, un chariot élévateur est tombé d'un quai où il n'y avait pas de camion ou de semi-remorque.	0	0	0	0	0	2	36
Le camion ou la semi-remorque s'est éloignée du quai en raison d'un glissement de la cale.	1	2	2	1	3	5	17
Les béquilles de la semi-remorque se sont affaissées et celle-ci a basculé vers l'avant.	0	0	0	1	2	9	25
La semi-remorque a basculé vers l'avant en raison du poids du chariot et/ou de la charge.	0	0	0	0	1	4	32
La semi-remorque a presque basculé vers l'avant en raison du poids du chariot et/ou de la charge mais a été retenue par le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC).	0	0	0	3	0	1	30

**Tableau 4. Efficacité des dispositifs de retenue**

<p align="center"><b>Cette situation est rencontrée en moyenne à tous les :</b></p>	Nombre d'établissement ayant répondu ...							
	jours	semaines	mois	ans	2 ou 3 ans	5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
<b>Le camionneur ou le gareur a tenté de quitter le quai avec un camion ou une semi-remorque et...</b>								
le dispositif de retenue utilisé l'en a empêché.	0	2	5	5	7	4	11	2
la barre anti-encastrement (barre ICC) du camion ou de la semi-remorque a été déformée et/ou arrachée de façon telle que le camion ou la semi-remorque a pu quitter le quai.	0	0	1	5	3	4	16	7
le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC) était activé mais a été abîmé ou s'est décroché et n'a pas permis de retenir le camion ou la semi-remorque.	0	0	1	1	0	3	25	6
la cale de roue à positionnement manuel était en position mais n'a pas permis de retenir le camion ou la semi-remorque.	0	1	1	1	2	2	11	18
La semi-remorque a presque basculé vers l'avant en raison du poids du chariot et/ou de la charge mais a été retenue par le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC).	0	0	0	3	0	1	30	5

On remarque qu'aucun dispositif de retenue n'est efficace à 100% car un certain nombre de camions arrivent quand même à quitter le quai. Il y a donc une certaine efficacité de retenue, mais elle n'est pas totale, surtout avec les cales de roues. Il est également intéressant de constater qu'il est relativement fréquent que la barre anti-encastrement d'un camion ne résiste pas à l'effort de traction lors d'un départ inopiné dans les établissements où sont utilisés des dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement. Cinq entreprises affirment que cet événement se produit en moyenne chaque année. Il convient donc de se questionner sur l'efficacité réelle de ces dispositifs en fonction de l'état de la barre anti-encastrement des camions.

Dans 22 des 29 établissements où sont installés des dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, on affirme que ces dispositifs sont effectivement utilisés (activés) dans

la grande majorité des cas. Dans sept d'entre eux, ces dispositifs ne sont généralement pas utilisés ou sont utilisés moins de 95% du temps. Le tableau 5 donne les raisons principales expliquant pourquoi les dispositifs ne sont pas utilisés.

Tableau 5. Raisons pour lesquelles un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement n'est pas activé

Cette situation est rencontrée en moyenne à tous les :	Nombre d'établissement ayant répondu ...							
	jours	semaines	mois	ans	2 ou 3 ans	5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
<b>Le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement n'a pas été activé :</b>								
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du cariste.	1	4	4	5	3	1	13	1
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du camionneur.	0	3	2	1	1	0	13	12
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du shunter.	0	0	1	0	0	0	12	19
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part d'une autre personne.	0	3	0	3	0	0	13	13
en raison d'un problème technique associé au dispositif ou à son système de commande (bris ou mauvais fonctionnement).	0	2	6	6	5	2	10	1
en raison d'une incompatibilité entre celui-ci et le camion ou la semi-remorque.	2	4	7	5	1	3	8	2

Les défaillances intrinsèques des dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement sont relativement peu fréquentes si l'on considère le nombre d'heure d'utilisation total de ces dispositifs. On rapporte des problèmes techniques qui empêchent l'utilisation d'un de ces dispositifs au moins une fois par mois dans huit des 42 établissements. Il arrive également que l'équipement de déneigement endommage certains dispositifs, mais peu d'établissements ont rapporté ce problème. Quant aux autres causes externes pour lesquelles le dispositif n'est pas utilisé (autre qu'un facteur humain), la glace, l'eau et la neige sont souvent citées. Il arrive enfin que le dispositif soit désactivé avant la fin du

transbordement. Quatre établissements indiquent que cette situation se produit au moins une fois par mois et que le gareur ou le camionneur en sont généralement responsables.

En ce qui concerne l'efficacité des cales, dans 14 établissements on affirme avoir été témoin de situations où une semi-remorque ou un camion s'éloignait du quai à cause du glissement de la cale. Sept établissements affirment également que la cale n'a pas permis de retenir le camion lors d'un départ inopiné. Les cales peuvent également perdre de leur efficacité si elles ne sont pas positionnées, le tableau 6 énumère certaines causes de ceci.

Tableau 6. Raisons pour lesquelles les cales manuelles ne sont pas positionnées

Cette situation est rencontrée en moyenne à tous les:	Nombre d'établissement ayant répondu ...						
	jours	semaines	mois	ans	2 ou 3 ans	5 ans ou plus	Jamais
<b>La cale n'a pas été mise en place :</b>							
parce que les conditions environnementales (pluie, neige, grand froid, etc..) rendait cela difficile ou impossible.	1	3	2	4	0	1	5
en raison de la courte durée de l'intervention de transbordement.	2	4	2	1	0	1	6
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du cariste.	2	4	2	1	0	1	3
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du camionneur.	2	4	4	2	0	0	4
en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du shunter.	2	0	0	1	0	0	6
parce qu'il n'y avait pas assez d'espace pour circuler entre les deux camions ou semi-remorques.	1	0	0	0	0	0	8
parce qu'il n'y avait pas de cale disponible sur place	0	1	2	2	0	1	9
parce que la cale disponible était brisée	0	1	1	4	1	1	11
<b>La cale a été retirée par erreur avant la fin des activités de transbordement :</b>							
par le camionneur.	0	0	0	2	1	0	10
par le shunter.	0	0	0	1	0	0	9
par une autre personne.	0	0	0	1	0	0	10

Seulement 4 établissements ont rapporté utiliser les cales à détection de positionnement et plaque de retenue. Ceux-ci affirment que le dispositif est effectivement utilisé dans plus de 95% des cas. L'échantillon étant de très petite taille, il était difficile d'obtenir des données détaillées quant aux événements et aux modes de défaillance associés à ce type de dispositifs. Toutefois un établissement a noté l'oubli d'un camionneur comme cause de non-positionnement de la cale et un autre a mentionné que parfois la cale ne pouvait être mise en place en raison des conditions environnementales. Quant aux modes de défaillance, on rapporte que la cale peut être endommagée par un camion qui tente de quitter le quai et que certaines défaillances internes auraient également été observées (capteur désajusté, élément mécanique défaillant).

Pour ce qui est des dispositifs de signalisation visuelle, le tableau 7 permet de constater que l'efficacité de cette mesure de retenue reste très limitée. En fait, chacun des événements recensés dans le tableau aurait pu conduire à un accident que la signalisation aurait dû prévenir. On remarque que dans plusieurs établissements, il est fréquent que tant le camionneur, le gareur ou le cariste ne remarquent pas ou ne tiennent pas compte de la signalisation visuelle. Au niveau des modes de défaillance de la signalisation visuelle, seules des ampoules brûlées ont été notés dans la majorité des établissements. Par ailleurs, les cinq établissements qui utilisent une alarme sonore comme mesure de retenue n'ont rapporté aucun problème de défaillance avec elle-ci.

**Tableau 7. Efficacité de la signalisation**

<p align="center">Cette situation est rencontrée en moyenne à tous les :</p>	Nombre d'établissement ayant répondu ...							
	jours	semaines	mois	ans	2 ou 3 ans	5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
<b>Le camionneur a tenté de quitter ou a quitté le quai avec le camion ou la semi-remorque avant la fin des opérations de transbordement :</b>								
parce qu'il n'avait pas remarqué que le système de signalisation indiquait que le dispositif était en position.	0	0	5	2	3	5	14	4
parce qu'il n'avait pas tenu compte du système de signalisation qui indiquait que le dispositif était en position.	0	0	5	3	2	2	16	3
<b>Le shunter a tenté de quitter ou a quitté le quai avec le camion ou la semi-remorque avant la fin des opérations de transbordement :</b>								
parce qu'il n'avait pas remarqué que le système de signalisation indiquait que le dispositif était en position.	0	1	1	1	2	3	10	0
parce qu'il n'avait pas tenu compte du système de signalisation qui indiquait que le dispositif était en position.	0	0	1	1	1	1	12	1
<b>Le cariste s'est introduit dans le camion ou la semi-remorque sans que le dispositif de sécurité ne soit présent car :</b>								
il n'a pas remarqué que le système de signalisation indiquait que le dispositif n'était pas en position.	0	0	5	3	1	1	22	3

Parmi les réponses reçues du questionnaire postal, un établissement a rapporté utiliser un système de signalisation qui jusqu'alors n'avait pas été identifié par l'équipe de recherche (cet établissement a conçu lui-même le dispositif), une visite supplémentaire a donc été effectuée. Le dispositif, illustré à la figure 3 est un système de signalisation par drapeau. Lorsque le cariste relève le drapeau à l'intérieur de l'usine, un deuxième drapeau se rabaisse devant la semi-remorque grâce à un système de poulies. L'établissement a eu recours à ce type de signalisation car les rayons du soleil frappaient directement sur les

feux de signalisation et le contraste entre le feu vert et le feu rouge était ainsi passablement réduit.

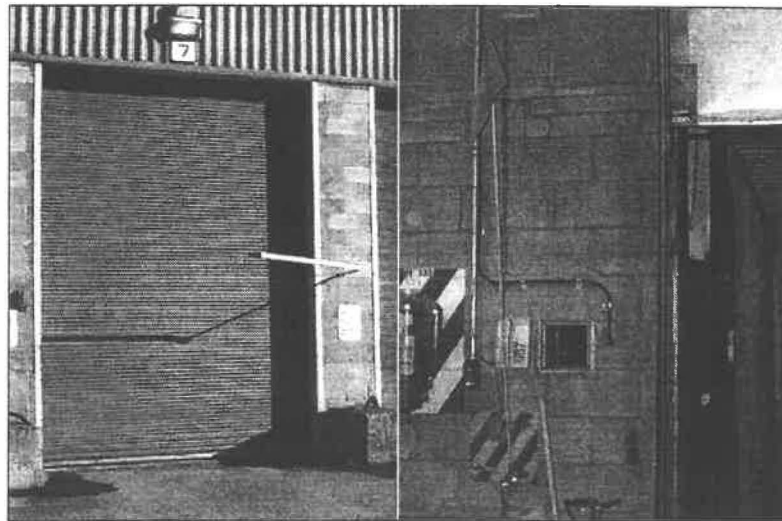


Figure 3. Système de signalisation à drapeau

Afin de compléter l'analyse rétrospective, les représentants de trois fabricants de dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement ainsi qu'un fabricant de cale à plaque et détection de positionnement ont été rencontrés. Ces entrevues ont permis de recueillir de l'information sur certains détails des dispositifs, les difficultés, les problèmes et solutions et sur certaines situations particulières. Les modes de défaillances, problèmes et inconvénients de certains dispositifs concurrents ont également été notés donnant ainsi plus d'éléments aux chercheurs pour créer l'outil. Les détails spécifiques à chaque dispositif ont été pris en note et ont été colligés dans l'arbre des fautes et utilisés lors de la création de l'outil, plus particulièrement dans les fiches de mise en œuvre des mesures de retenue.

### 3.2.2 L'analyse prospective

L'analyse prospective comportait deux volets, soit l'analyse prospective inductive (à l'aide de la méthode de l'analyse des modes de défaillance et de leurs effets - AMDE) et

l'analyse prospective déductive, supportée par la méthode de l'arbre des fautes (ADF). En plus de supporter l'analyse prospective déductive, l'arbre des fautes a également servi à structurer dans un format logique et détaillé l'ensemble des facteurs de risque identifiés lors de l'analyse rétrospective et de l'analyse prospective inductive.

Dans le but de simplifier la classification, les analyses des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) ont été divisés en quatre catégories : 1) les AMDE reliées aux procédures 2) à la signalisation et communication 3) aux dispositifs de retenues automatiques des roues et 4) aux dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement. Ces analyses ont permis de générer des informations essentielles à la construction de l'outil d'évaluation. Plusieurs facteurs de risque qui n'avaient pas été relevés lors de l'analyse rétrospective ont ainsi été identifiés. Le tableau 8 présente un exemple d'une partie de l'AMDE sur les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement.

Tableau 8. Exemple d'une AMDE

Composant	Mode de défaillance	Effets		Causes possibles (immédiates)
		Local (sur les autres composants)	Final (sur le système)	
Barre ICC	Se déforme sous l'effet de la traction	Dispositif retient partiellement	Camion partiellement retenu Barre ICC fragilisée	a) Barre trop faible (conception, usure) b) Déformation initiale c) Force suffisante pour créer déformation
	Est déformée (avant d'arriver au quai)	Dispositif retient partiellement Dispositif mal positionné Détection peut ne pas remarquer la défaillance	Camion pas ou partiellement retenu	a) Voir causes de déformation
	Est arrachée	Barre peut rester sur le dispositif Peut ne pas détecter que la remorque n'est plus là (mais détecte toujours la barre ICC)	Camion non retenu	a) Barre trop faible (conception, usure) b) Déformation initiale c) Force suffisante pour arracher
	Est absente	Dispositif ne se positionne pas	Camion non retenu	a) A été arrachée avant b) Type de camion qui n'a pas de barre

Tel que mentionné précédemment, l'arbre des fautes a été utilisé premièrement pour organiser et classer les facteurs de risques identifiés lors des analyses précédentes et deuxièmement comme support à l'analyse prospective déductive. Cet ADF étant très volumineux, le niveau de détail était limité aux causes dont la probabilité pouvait être déterminée qualitativement à l'aide des données recueillies lors des visites sur le terrain. Il a également été divisé en 19 sous arbres, soit un pour l'analyse de l'accident, sept pour l'analyse détaillée des événements dangereux et onze pour l'analyse des facteurs

déterminants de l'efficacité des mesures. L'ADF complet, accompagné d'une description des événements importants, se trouve à l'annexe C.

Un exemple tiré de l'ADF est illustré à la figure 4. La figure présente une petite partie de l'ADF totale qui décrit les causes pouvant réduire l'efficacité de la mesure « procédure de tracteur attelé » qui permet d'empêcher le basculement d'une semi-remorque ainsi que de réduire les risques de glissement. Trois causes principales peuvent conduire à cette réduction de l'efficacité. La première est une procédure non compatible avec l'entreprise. Par exemple, si une semi-remorque doit rester longtemps au quai afin d'y être chargée, il est peu probable que le tracteur reste attelé à celle-ci durant toute la durée du chargement. Cette situation rend la mesure non-profitable pour l'établissement et donc incompatible avec ses besoins. Elle a donc toutes les chances d'être contournée, ce qui la rend moins efficace. La mesure peut également être rendue inefficace si les procédures ne sont pas respectées ou si la semi-remorque doit être dételée pour une raison particulière. Enfin, la mesure sera par ailleurs inefficace contre le glissement si la force de retenue est insuffisante en raison de la non-application des freins du tracteur ou lorsque de très grandes forces sont générées par le chariot à l'intérieur de la semi-remorque.

On remarque dans la figure 4 que mis à part les symboles standards de construction d'un arbre des fautes, on retrouve un carré aux coins arrondis. Il s'est avéré nécessaire d'ajouter ce symbole compte tenu de la situation particulière de la recherche. Celui-ci représente un événement qui n'est ni nécessaire ni suffisant pour que l'événement auquel il est rattaché se produise. Cependant il peut influencer la probabilité d'occurrence de cet événement. Par exemple, une inclinaison de la cour vers l'avant du camion n'est pas une condition nécessaire ou suffisante pour obtenir un glissement de la semi-remorque. Toutefois, dans ces conditions, la probabilité de glissement s'en trouve augmentée.

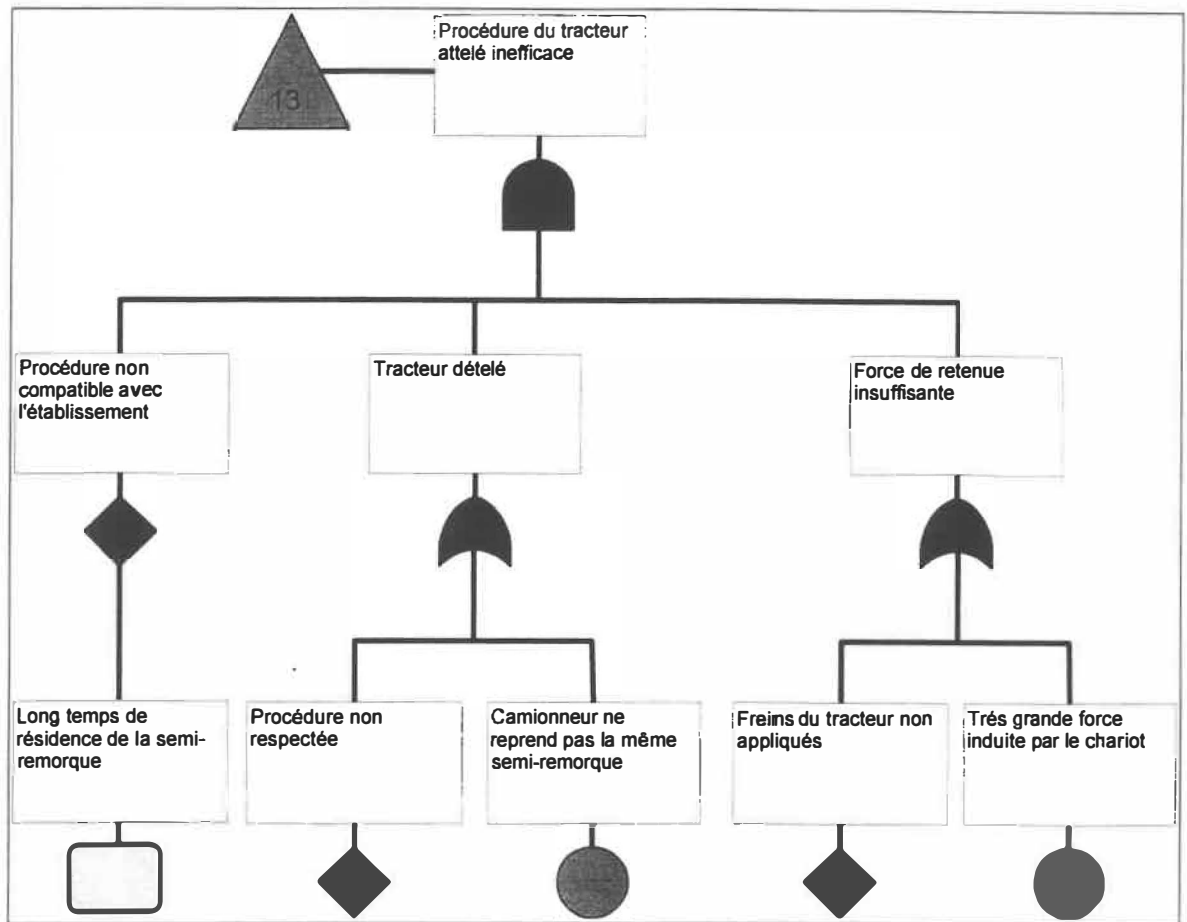


Figure 4. Résultats de l'analyse par ADF de la mesure « procédure de tracteur attelé »

### 3.3 Résultats des études de vérification et de validation des données

Plusieurs études parallèles ont été entreprises par les chercheurs au cours du projet afin de compléter les résultats de l'analyse de risques et de valider certaines hypothèses. Ces analyses sont présentées brièvement aux paragraphes suivants. Les résultats de ces analyses ont servi par la suite à alimenter l'outil d'évaluation des mesures de retenue.

#### 3.3.1 Étude sur la fiabilité des différents dispositifs

Une étude sommaire sur la fiabilité des dispositifs de retenue disponibles sur le marché québécois a été entreprise afin de tenter de faire ressortir les éventuels problèmes de fiabilité des modèles existants. Cette étude a cependant été abandonnée en cours de

route parce que les données préliminaires révélaient que ces dispositifs étaient beaucoup plus fiables que les autres maillons de la chaîne de causalité des accidents. En clair, la très grande majorité (sinon la totalité) des accidents et incidents qui ont été analysés n'avaient pas comme agents causals la défaillance d'un élément d'un dispositif de retenu. De plus, vu les nombreux modèles disponibles sur le marché, les différentes conditions d'utilisation (maintenance, conditions environnementales, etc.) ainsi que la difficulté d'obtenir des plans détaillés, l'obtention de résultats précis aurait consommé des ressources beaucoup trop grande compte tenu de leur utilité. Par ailleurs, l'évolution technique de ces dispositifs étant très rapide, les résultats d'une telle étude auraient été obsolètes dès leur publication. Trois conclusions générales ont cependant pu être tirée de cette étude préliminaire. D'abord, il s'avère que la fiabilité est dépendante des conditions dans lesquelles les dispositifs sont utilisés. Ensuite, une maintenance minimale est généralement requise pour garder la fiabilité de ces systèmes à un niveau acceptable et enfin, l'utilisation du principe d'actionnement positif des capteurs et l'utilisation de contacts à ouverture forcée réduisent les risques de défaillance de ces dispositifs de sécurité.

### 3.3.2 Modélisation du glissement d'une semi-remorque

La modélisation sur le glissement a été réalisée suite à des commentaires reçus lors des visites sur le terrain ainsi que pour valider certaines données rapportées dans la littérature. Une modélisation s'avérait nécessaire pour confirmer que le glissement était possible, mais surtout pour déterminer dans quelles circonstances celui-ci était possible et quels facteurs le caractérisaient.

Dans cette modélisation, seul le glissement pur a été évalué (c'est-à-dire quand les roues de la semi-remorque glissent et ne tournent pas) et ceci pour plusieurs types de semi-remorques non attelées à un tracteur. Deux paramètres ont été mis en opposition dans la simulation, soit la force générée par l'inertie du chariot-élévateur au moment où il freine dans la semi-remorque et la force de friction totale entre la semi-remorque et le sol. Si la première devient supérieure à la seconde, il y aura glissement pur. L'intensité de cette force d'inertie est fonction de plusieurs paramètres tels que la masse combinée du chariot et de sa charge et la vigueur avec laquelle le chariot freine (indirectement, la vitesse initiale du chariot). Pour ce qui est de la force de résistance de la semi-remorque, elle est

due principalement aux coefficients de friction entre les roues et le sol et entre les béquilles et le sol, à l'inclinaison de la cour et enfin, au poids et à la position du centre de masse de l'ensemble (la semi-remorque, le chariot et les marchandises). Le rapport de Gauthier (2002 A) explique en détail les calculs obtenus pour arriver aux résultats résumés ici.

Six types de terrain ont été simulés, soit de l'asphalte sec, de l'asphalte mouillé, du béton sec, du béton mouillé, du gravier sec et un pavé enneigé/glacé. Les coefficients de friction entre les pneus et le sol ont été trouvés dans la littérature alors que les coefficients de friction entre l'acier des béquilles et le sol ont été déterminés expérimentalement.

Les différentes simulations ont prouvé l'influence du poids du chariot, de la force de freinage, de la nature de la chaussée et de l'inclinaison de la cour sur les probabilités de glissement. La nature de la chaussée est le paramètre le plus important pour ce qui est du glissement. En effet, le coefficient de friction entre les pneus de la semi-remorque ainsi que celui des béquilles change en fonction de la surface sur laquelle ils s'appuient. Il y a une différence peu notable entre l'asphalte sèche, humide, le ciment sec, humide et le gravier. Toutefois, la glace et la neige n'offrent que très peu de résistance. Faits intéressants à noter, la modélisation a permis de constater que sur un sol asphalté sec et dans des conditions extrêmes (pente inclinée à 10%, chariot très rapide et lourd), le glissement de la remorque est improbable, alors que sur un pavé glacé, il est possible même avec une cour parfaitement horizontale et un chariot léger. Bien que le modèle montre qu'il est improbable qu'un glissement se produise sur un pavé qui n'est pas glacé, dans la pratique certaines conditions rendent ceci possible, comme par exemple la présence de débris ou de sable entre les pneus de la semi-remorque et le sol, rendant la chaussée plus glissante.

La vitesse initiale du chariot (qui détermine la force de freinage) apparaît comme la variable qui a l'impact le plus prononcé après l'état de la chaussée. L'équation  $E=mv^2/2$ , qui détermine l'énergie transmise du chariot à la semi-remorque, montre que la vitesse (mise au carré) joue un rôle très important. Cependant, les valeurs qui ont été utilisées pour simuler les cas extrêmes sont difficiles à obtenir dans la réalité. On peut donc présumer que la vitesse du chariot aura un effet équivalent aux autres facteurs.

Le poids du chariot a aussi un effet important. Selon les résultats de la modélisation, tous les types de chariots, peu importe leur poids, peuvent faire glisser une semi-remorque sur un pavé glacé. Sur une chaussée non glacée, seul les chariots de 5443 kg (12 000 lbs) de capacité, chargé au maximum et se déplaçant à vitesse maximale, se rapprochent du point de glissement, sans toutefois l'atteindre. Pour ce qui est de la pente de la cour, elle a un effet amplificateur ou modérateur. Les simulations ont été effectuées avec une pente de 10% vers l'extérieur et 10% d'inclinaison vers le quai. En moyenne, lorsque l'on augmente la pente de la cour de 10% vers le quai, la force que peut retenir la semi-remorque (par friction) augmente ou diminue de 7% à 8%. L'effet est donc considérable.

L'influence de la dimension de la semi-remorque a également été évaluée. Deux semi-remorques de longueurs différentes ont évidemment un poids différent. De plus, lorsque la semi-remorque est plus longue, le chariot peut avancer plus profondément et une plus grande partie de son poids sera supporté par les béquilles de la semi-remorque et donc moins sur les roues. La modélisation a cependant permis de constater que ce paramètre n'avait qu'une faible influence sur le résultat final.

En résumé, la modélisation a démontré l'influence de quatre paramètres sur le glissement d'une semi-remorque, soit le poids du chariot, la force de freinage de celui-ci (indirectement, sa vitesse initiale), l'état de la chaussée et la pente de la cour. La longueur de la semi-remorque a une influence minime comparativement aux autres paramètres. La présence du tracteur n'a pas été évaluée. Ces résultats ont été pris en compte lors de l'élaboration de l'outil.

### 3.3.3 Modélisation du basculement d'une semi-remorque

La modélisation du basculement a servi à déterminer les conditions où le basculement d'une semi-remorque est possible. Cinq des 42 établissements étudiés ont affirmé avoir connu cette situation au moins une fois et certaines publicités des fabricants de dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement mentionnent également que le problème est réel. Une vérification s'avérerait donc nécessaire.

Cette modélisation a tenté de déterminer la force de réaction aux roues de la semi-remorque, en supposant que la rotation (basculement) se produit autour du point de pivot entre les béquilles et le sol. Si cette force de réaction est positive, alors les roues sont sous contraintes (elles supportent une charge) et il n'y a pas de basculement, si elle est négative, la semi-remorque bascule. La simulation tient compte de la masse et du centre de gravité de tous les éléments (chariot, semi-remorque et, le cas échéant, de la marchandise déjà présente), de la force de freinage du chariot, des dimensions de la semi-remorque et de l'inclinaison de la cour (figure 5).

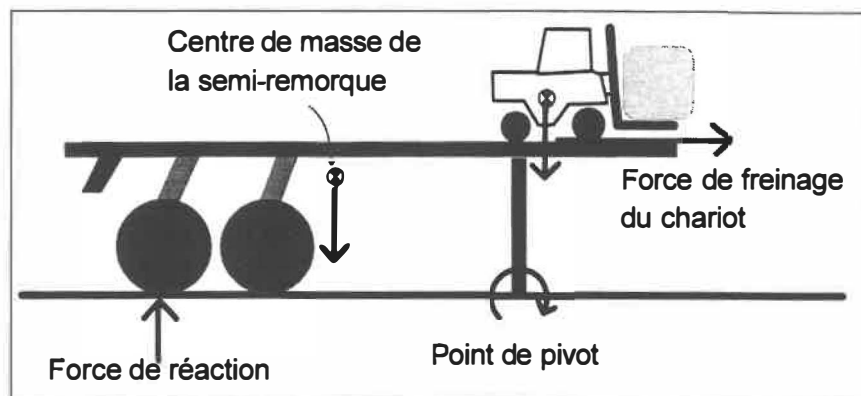


Figure 5. Forces en jeu lors d'un basculement

La modélisation a révélé qu'il est effectivement possible d'obtenir des conditions où le basculement est probable, ce qui confirme les informations recueillies lors des collectes de données. Cinq facteurs principaux influencent cet événement dangereux : la masse combinée chariot-marchandise, la force de freinage générée par le chariot (définie par sa vitesse initiale), l'endroit où le chariot freine, la longueur de la semi-remorque et la pente de la cour.

En analysant les résultats des simulations, il a été possible de faire ressortir certaines conclusions générales. Premièrement, dans tous les cas simulés, si des marchandises sont déjà à l'intérieur de la semi-remorque, les probabilités de basculement sont plus faibles (mais pas nulles), ceci principalement dû au fait que ces marchandises empêchent le chariot de pénétrer jusqu'au fond de la semi-remorque. Il est donc raisonnable de

croire que le basculement se produira principalement lors du chargement du premier lot de marchandises ou du déchargement du dernier. L'endroit où le chariot freine à l'intérieur de la semi-remorque est donc le facteur principal dans le problème du basculement.

Pour ce qui est de la longueur de la semi-remorque, les probabilités de basculement sont très faibles, voire nulles avec une semi-remorque de 16,15m (53 pieds). Dans ce cas, le basculement est possible seulement dans des situations extrêmes : chariot freinant au point où il glisse dans la semi-remorque, arrêt directement à l'arrière de la semi-remorque, chariot lourd et pente de la cour de 10% vers l'extérieur. À l'inverse, une semi-remorque de 9,75m (32 pieds) basculera très facilement même dans des conditions normales d'utilisation. Il est cependant possible d'éviter le basculement en réduisant la vitesse et la masse totale chariot-charge. Quant aux semi-remorques de longueur intermédiaires, les probabilités de basculement varient en fonction des autres paramètres, mais sont toujours plus élevées lorsque la semi-remorque est plus courte.

La masse du chariot a également un impact important sur la probabilité d'un basculement, il n'y a cependant pas de chariots assez légers pour éviter totalement le basculement dans toutes les circonstances, ni de chariot assez lourd pour qu'il y en ait automatiquement. L'impact de la masse combiné chariot+charge est presque linéaire entre le chariot de 3 500 lbs de capacité et celui de 13 500 lbs.

La force de freinage, (indirectement, la vitesse du chariot), a un impact similaire à celui de la masse du chariot lorsqu'elle se situe entre 25% et 100% de la capacité de freinage maximale du chariot. Il est cependant très difficile d'évaluer les valeurs réelles utilisées dans les établissements. Bien que lors de la majorité des visites effectuées les chariots ne semblaient pas freiner brusquement, des marques de pneus observées sur le plancher de certaines semi-remorques portent à croire que l'utilisation de la capacité de freinage maximale est possible. La vitesse est un paramètre amplificateur : il n'est pas nécessaire de freiner brusquement pour entraîner un basculement, mais la simulation a démontré que cette situation en augmente les probabilités. Il est à noter que lors des simulations, le chariot freinait et arrêtait directement au fond de la semi-remorque, ce qui est le pire des cas. En réalité, cette situation est peu probable, ce qui réduit l'impact réel de la vitesse du chariot sur le basculement.

La pente de la cour influence aussi les probabilités de glissement. L'effet n'est cependant pas aussi marqué que pour les trois autres paramètres mais n'est pas négligeable. Les inclinaisons maximales testées lors de la modélisation étaient de 10% vers le quai (l'eau s'écoulerait vers le quai) et 10% vers l'extérieur. L'augmentation de la réaction entre une cour plate et une inclinaison de 10% vers l'extérieur peut varier entre 125 Kg et 600 Kg, avec un effet plus marqué pour des remorques courtes. La réaction est le poids qu'il faudrait appliquer au bout de la semi-remorque pour éviter qu'elle ne bascule, par exemple : une réaction de 100 Kg signifie que la semi-remorque bascule, mais qu'un poids de 100 Kg placé à son extrémité pourrait balancer les forces et annuler le basculement.

Le tableau 9 résume une partie des résultats, les chiffres représentent la masse qu'il serait nécessaire d'appliquer sur l'arrière de la semi-remorque pour l'empêcher de basculer, une masse de 0 Kg signifie que la semi-remorque ne bascule pas. À noter que dans la plupart des établissements, des chariots de capacité inférieure ou égale à 3 500 lbs sont utilisés pour le transbordement des camions. Les chariots de capacité de 12 000 lbs sont relativement peu utilisés pour le transbordement de camions. De plus, la simulation suppose que le chariot arrête directement au fond de la semi-remorque. Si le chariot s'arrête avant d'atteindre le niveau des béquilles de la semi-remorque, les risques de basculement sont pratiquement nuls dans la majorité des cas.

Tableau 9. Possibilités de basculement en fonction des cas de chargement

Longueur de la semi-remorque	Capacité du chariot (Lbs)*2	Vitesse (pourcentage de freinage du chariot)					
		50%			100%		
		Pente de la cour			Pente de la cour		
		-10%	0 (plat)	10%	-10%	0 (plat)	10%
32 pieds	3 500	126	340	550	894	1 112	1 318
	8 000	1668	2058	2426	3316	3 714	4074
	12 000	2 883	3 156	3 421	5 277	5 821	6 308
45 pieds	3 500	0	0	0	0	0	0
	8 000	0	0	0	105	358	607
	12 000	0	180	517	1 288	1 631	1 961
53 pieds*	3 500	0	0	0	0	0	0
	8 000	0	0	0	0	0	0
	12 000	0	0	0	99	375	652

\* Deux essieux

\*2 En supposant un chariot chargé à pleine capacité

Cette simulation a permis de déterminer que le paramètre de la longueur de la semi-remorque avait un impact majeur sur le basculement. Le poids du chariot ainsi que sa force de freinage (vitesse) ont aussi un impact, mais celui-ci est moindre que dans le cas de la longueur de la semi-remorque et il en est de même pour la pente de la cour. Les résultats présentés au tableau 9 doivent être considérés avec prudence, compte tenu des nombreuses variations possibles entre la simulation et la réalité.

#### 3.3.4 Modélisation de la résistance à la traction des barres anti-encastrement

L'analyse de la littérature et les visites ont fait ressortir que lorsque les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement n'arrivaient pas à retenir la semi-remorque, la résistance de la barre était souvent en cause. Quelques personnes interviewées ont également cité des cas où la barre anti-encastrement, retenue par le dispositif, s'était détachée lors du départ du camion. Dans un des établissements visités, on a affirmé que dans environ 70% des cas où le dispositif était mis à l'épreuve (tentative de départ inopiné), la barre était arrachée. Une modélisation de la résistance des barres anti-encastrement a donc été réalisée. Celle-ci s'est déroulée en trois étapes, soit la collecte d'information, la simulation d'un effort de traction sur les barres anti-encastrement ainsi que sur leurs supports et la détermination de la force développée par le tracteur. Cette étude a donc permis de comparer la résistance des barres anti-encastrement avec les forces qu'elles devraient supporter en cas de départ inopiné. Les détails de cette étude se retrouvent dans le rapport «Étude sur la résistance des barres anti-encastrement» (Gauthier, 2002 B).

##### 3.3.4.1 *Collecte d'information*

Afin de modéliser les bons types de barres anti-encastrement, une courte étude a été réalisée afin de mesurer et évaluer les conditions des barres de quelques semi-remorques. Cette étude servait également à confirmer les informations contenues dans le rapport «*Results of Underride Guards Surveys*» de l'*American Trucking Associations* (ATA, 1996) qui recensait les barres anti-encastrement d'un très grand nombre de semi-remorques aux États-Unis. Ce rapport, rassemblant les résultats de quatre études, a évalué l'état des barres anti-encastrement de plus de 1 200 semi-remorques. Une de ces

quatre études affirme que 64% des barres anti-encastrement sont endommagées alors qu'une autre affirme que seulement 14% des semi-remorques ont une barre endommagée. Le rapport montre cependant que les critères de qualité n'étaient pas les mêmes d'une étude à l'autre. Le tableau 10 résume les résultats d'un des quatre sondages en ce qui concerne le type de barres observées ainsi que le pourcentage de barres endommagées. On constate que les barres carrées et rondes sont généralement en bon état comparativement aux profilés en «C».

Tableau 10. Résultats de l'étude de l'ATA

Type de profilé	Nombre recensé	% endommagées
En «I»	73	38.3
Carré	337	5
Rectangulaire	151	10.5
Rond	23	4.3
En «C», 3" à 4" de large	217	29
En «C», 6" ou + de large	56	30

Pour l'étude effectuée par l'équipe de recherche, un peu plus d'une centaine de semi-remorques ont été observées. Onze types de barre anti-encastrement représentatif de l'ensemble des barres observées ont été recensés. Celles-ci ont été mesurées, et leurs caractéristiques principales ont été enregistrées dans le tableau 11.

Tableau 11. Types de barres anti-encastrement recensés pour la simulation

No.	Type de profilé	Dimensions de la section (po)	Marque et année de fabrication	Long. (cm)	Distance entre les attaches (cm)	Haut. du sol (cm)	Suspension
1	Carré	4 x 4 x 3/16	Inconnue	90	49	21	Air
2	Carré	4 x 4	Trailmobile	94	48	15	Air
3	En «C»	4 x 1½ x 3/16	Inconnue	73	50	24	ressort
4	Carré	4 x 4 x 5/32	Trailmobile (2001)	94 ½	48	16 ½	ressort
5	Carré	4 x 4	Trailmobile (1999)	98	48	19	Air
6	En «C»	4 x 1½ x 3/16	Manac (1986)	67	49	17	Ressort
7	En «C»	6 x 2 x 3/16	Trailmobile	66	43 ½	26	Ressort
8	Rectangle	5 x 3	Manac	94	49	18	Air
9	Carré	5 x 5	Manac	96	40	18	Air
10	Rectangle	4 x 3 x 1/4	Fruehauf (1985)	68	44	21	Ressort
11	En 'I'	4 x 2-1/4 (3/32 âme, 1/8 fer plat)	Inconnue	66	40	—	Ressort

Quatre types ont été retenus pour la simulation, soit le profilé carré 4x4, le profilé carré 4x4 à support renforcé, le profilé en « C » et le profilé rectangulaire, ces quatre types étant les plus courant selon le rapport de l'ATA. Deux valeurs importantes ont été déterminées par simulation, soit les valeurs maximales que peuvent supporter la plus forte et la plus faible des barres anti-encastrement. Ces valeurs indiquent qu'au-delà d'une certaine force

aucune barre anti-encastrement ne peut résister et qu'en dessous d'une certaine valeur toutes les barres pourront supporter les efforts qui leur sont imposés.

#### 3.3.4.2 *Modélisation des barres ICC en charge*

Les modélisations ont été effectuées sur le logiciel d'éléments finis Cosmos/M. Chacun des quatre modèles de barre anti-encastrement a fait l'objet d'une étude pour déterminer la force à laquelle elle entrerait en déformation permanente. L'acier utilisé pour la simulation était de l'acier standard ayant une limite élastique de 300 MPa (44 000 psi). Le chargement était simulé par une barre se faisant tirer par ses supports et un dispositif de retenue simulé comme un blocage appliqué sur 5,08 cm (2 pouces) de large centré au milieu de la barre. La figure 6 montre un exemple d'une modélisation effectuée avec des déformations amplifiées. Les résultats de cette étude sont résumés dans le tableau 12.

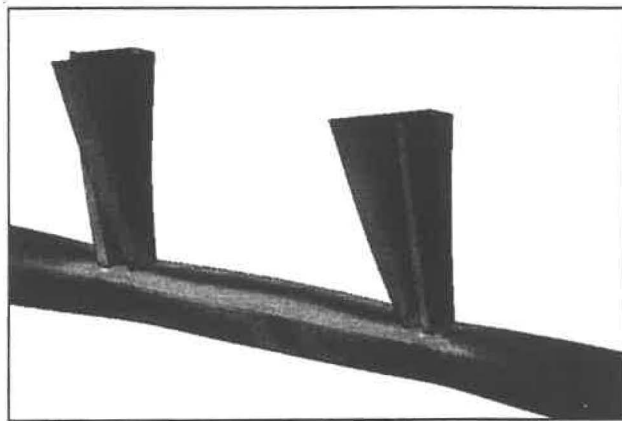


Figure 6. Modélisation d'une barre de section 4x4 de profil carré en chargement

Tableau 12. Résultats de la modélisation du chargement des barres anti-encastrement

Modèle	Charge maximale (Kg)	Charge maximale (lbs)
Profilé en C	3040	6 700
Profilé carré	5940	13 100
Profilé rectangulaire	6 530	14 400
Profilé carré renforcé	7940	17 500

Évidemment, ces résultats ont été obtenus par une modélisation qui peut différer passablement de la réalité. Par exemple, les barres peuvent être rouillées ou déformées et fournir une résistance beaucoup moins importante que ce que le laissent paraître ces résultats. Dans un extrait vidéo d'une publicité d'un fabricant de dispositif de retenue de la barre anti-encastrement, on présente une mise en scène où une barre anti-encastrement retenue par le système est sollicitée à plusieurs reprises par le tracteur. Après quelques tentatives, celle-ci se déforme pour finalement commencer à déchirer au niveau de son support. On peut donc soupçonner que chaque impact endommage un peu de façon permanente la barre anti-encastrement la rendant moins apte à retenir lors d'un prochain impact. Dans bien des cas au cours de la modélisation, la limite de résistance était atteinte à la jonction entre la barre anti-encastrement et son support et cette zone est très difficile à simuler notamment en raison de la soudure qui relie les deux pièces ensemble. Les résultats de la modélisation donnent cependant une bonne appréciation de l'ordre de grandeur des forces que peuvent supporter les barres anti-encastrement.

#### 3.3.4.3 Estimation de la force développée par le tracteur

Il est nécessaire de connaître la force que peut générer un tracteur pour comparer celle-ci à la force que peuvent résister les barres anti-encastrement. Une étude sommaire détaillée dans le rapport «Étude sur la résistance des barres anti-encastrement» (Gauthier, 2002 B) démontre que les tracteurs peuvent développer une force de traction maximale de 15 300 Kg (33 660 lbs) dans des conditions idéales (chaussée asphaltée, sèche et en bon état) sur une chaussée non inclinée. Cette étude se base sur le fait qu'au Québec, le règlement du ministère des transports limite la charge des roues motrice du

tracteur à 18 000 Kg. Certaines personnes interviewées pendant l'étude ont rapporté que cette loi ne serait peut-être pas toujours observée et que certains tracteurs pouvaient tirer plus que cette charge. On peut donc conclure qu'un tracteur ayant la puissance maximale permise au Québec pourrait assez facilement arracher toutes les barres anti-encastrement s'il tire au maximum de sa puissance.

Quant à la force de retenue ressentie par les camionneurs, une information importante a été recueillie en discutant avec des camionneurs et les gareurs lors des visites sur le terrain. Lorsqu'un camionneur perçoit une résistance en tentant de quitter un quai, il peut croire qu'il est retenu par un dispositif. Mais il peut aussi penser que cette résistance est due à la pente du quai, à la masse de sa charge ou à la présence de glace qui bloque les roues. La réaction pourrait être d'appuyer davantage sur l'accélérateur. Dans ces conditions, la barre anti-encastrement a peu de chance de retenir le camion. Cette situation a pu être constatée lors des visites effectuées par les chercheurs, plusieurs personnes ont rapporté avoir été témoin qu'une barre anti-encastrement avait été arrachée d'un camion.

#### 3.3.4.4 *Conclusion de la modélisation*

La non-uniformité des barres anti-encastrement du point de vue de leur résistance ainsi que la force générée par les tracteurs empêche de conclure sans équivoque sur la résistance des barres anti-encastrement : certaines pourront retenir le tracteur, d'autres non. Trop de facteurs sont en jeu pour obtenir des statistiques précises sur les pourcentages de départs inopinés qui seront arrêtés par un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement lorsqu'elles seront placées dans un contexte réel. Il est possible cependant d'affirmer que les barres anti-encastrement, ainsi que les dispositifs qui les retiennent, seront, dans tous les cas, capables de contrer le glissement du camion ou de la semi-remorque.

#### 3.3.5 Modélisation du comportement des cales de roues

Une étude succincte a été effectuée à l'aide du logiciel *Visual Nastran Desktop* pour tenter de modéliser le comportement d'une cale de roue. Cette étude n'a pas été concluante

puisque le logiciel utilisé avait des difficultés à modéliser le frottement et la friction. Des essais réels ont donc été nécessaires pour prédire le comportement des cales.

### 3.3.6 Essais préliminaires de cales de roues

Suite aux commentaires recueillis sur les cales lors des visites, il est apparu évident que des études étaient nécessaires pour évaluer l'efficacité réelle des cales de roues. Les modélisations numériques n'ayant pas été concluantes, des essais sur le terrain ont donc été réalisés. Neuf cales ont été testées (incluant une section de 2x4 en bois et une cale à plaque de retenue). Aucune d'entre elles ne respectait la norme SAE J348 (SAE, 1990). Cette norme précise les caractéristiques générales que devrait avoir une cale de roue afin de permettre une retenue adéquate d'un véhicule. L'échantillon était cependant représentatif des cales vendues et utilisées au Québec. Les cales ont été choisies sur catalogue sans vérifier, au moment de la commande, si elles respectaient les caractéristiques de la norme SAE J348.

Les essais ont été effectués en positionnant une cale sous une roue de semi-remorque et en observant l'effet de la cale lorsqu'il y avait un glissement ou un avancement (départ inopiné) de la semi-remorque. Les tests ont été effectués sur cinq types de sol, soit de l'asphalte sec, de l'asphalte mouillé, sur de la neige, de la glace et sur un sol en terre battue. Des essais de glissement et de départ inopiné ont été réalisés sous différentes conditions de chargement (remorque vide, chargée à moitié ou chargée au maximum de sa capacité). Les essais de glissement ont été effectués avec et sans le tracteur attelé à la semi-remorque, mais la partie avec le tracteur a rapidement été abandonnée puisqu'il n'y avait jamais de glissement (les cales étaient donc inutiles). Pour générer la force de glissement un chariot, déplaçant une charge d'environ 540 kg, entrainé dans la semi-remorque à une vitesse d'environ 13 km/h et freinait brusquement au milieu. Une cour horizontale a été utilisée pour tous les essais. La description des cales ainsi que le rapport complet sur les essais de cales peuvent être retrouvés dans l'annexe I du rapport final de l'IRSST (Gauthier et al., 2004).

Les essais de départs inopinés ont donné les résultats attendus, soit qu'aucune cale ordinaire ne peut retenir le tracteur, et ce dans toutes les conditions d'essais<sup>8</sup>. En revanche, pour ce qui est du glissement, les cales n'étaient pas toujours utiles : en fait, le glissement ne se produit que lorsque la suspension à air n'est pas neutralisée (suspension haute), que le tracteur n'est pas présent et que la chaussée est enneigée ou glacée. Quand la chaussée est mouillée ou sèche il n'y a pas de glissement uniquement à cause de la force de friction entre les béquilles de la semi-remorque et le sol (les freins de la semi-remorque n'étaient pas toujours appliqués). Dans les cas où il y avait du glissement, aucune cale n'a pu retenir la semi-remorque : dans tous ces cas la cale glissait avec la semi-remorque (toutes les cales ont glissé avec la remorque).

Faute de temps et de moyens, il s'est avéré impossible de réaliser tous les tests nécessaires pour démontrer l'effet de toutes les cales dans toutes les circonstances. Généralement un seul essai était effectué par cale dans des conditions données. De plus, le paramètre de l'inclinaison de la cour n'a pu être évalué, même si celui-ci a une influence selon les simulations sur le glissement.

Ces essais ont malgré tout permis de constater que, de façon évidente, la très grande majorité des cales de roues présentement utilisées au Québec ont une efficacité très limitée contre les événements dangereux de glissement ou de départ inopiné d'un camion du quai. D'autres conclusions n'étant pas reliées aux cales peuvent aussi être tirées de ces essais. Lorsque la chaussée est sèche et asphaltée, la semi-remorque n'avance pas sous les forces de glissement (forces induites par le chariot), ce qui est conforme aux résultats obtenus par la modélisation sur le glissement. Certains tests ont même été effectués sur des semi-remorques sans freins et la force de friction aux béquilles a été suffisante pour empêcher le mouvement. Il est à noter toutefois que ces essais ont été réalisés sur une surface sans inclinaison avec un chariot léger<sup>9</sup> et une vitesse relativement rapide, cependant il est possible de retrouver dans les établissements des chariots beaucoup plus lourds et/ou se déplaçant plus rapidement.

---

<sup>8</sup> Ceci s'applique à toutes les cales manuelles. Les cales à détection de positionnement et plaque de retenue sont traitées plus loin.

<sup>9</sup> Le chariot, sa charge et le conducteur totalisaient 3870 Kg, ce qui est considéré comme un chariot léger.

### 3.3.7 Modélisation des suspensions à air

La modélisation des suspensions à air a été entreprise suite aux commentaires de caristes recueillis lors des visites ainsi qu'à certaines mentions d'un problème de glissement dans quelques articles recensés dans la littérature. Dans la majorité des cas il était noté que les semi-remorques munies de suspensions à air causaient plus de problèmes de glissement que les semi-remorques équipées de suspension à lame. Dans tous les cas, aucune explication n'était fournie à ce phénomène. Il n'y avait que constatation d'un certain «avancement» de la semi-remorque lors des travaux de transbordement. Une modélisation a donc été nécessaire pour mieux comprendre le phénomène et déterminer s'il y avait effectivement une augmentation du niveau du risque de glissement lors de l'utilisation de ce type de suspension.

La modélisation a été effectuée sur le logiciel *MathCAD 2000* et simule l'effet des forces du chariot sur une semi-remorque équipée d'une suspension à air. La simulation a démontré qu'il était possible qu'une semi-remorque rampe (glisse) à cause de ce type de suspension. Lorsque la suspension est compressée, la semi-remorque tend à avancer bien que les roues arrières restent en place (voir figure 7).

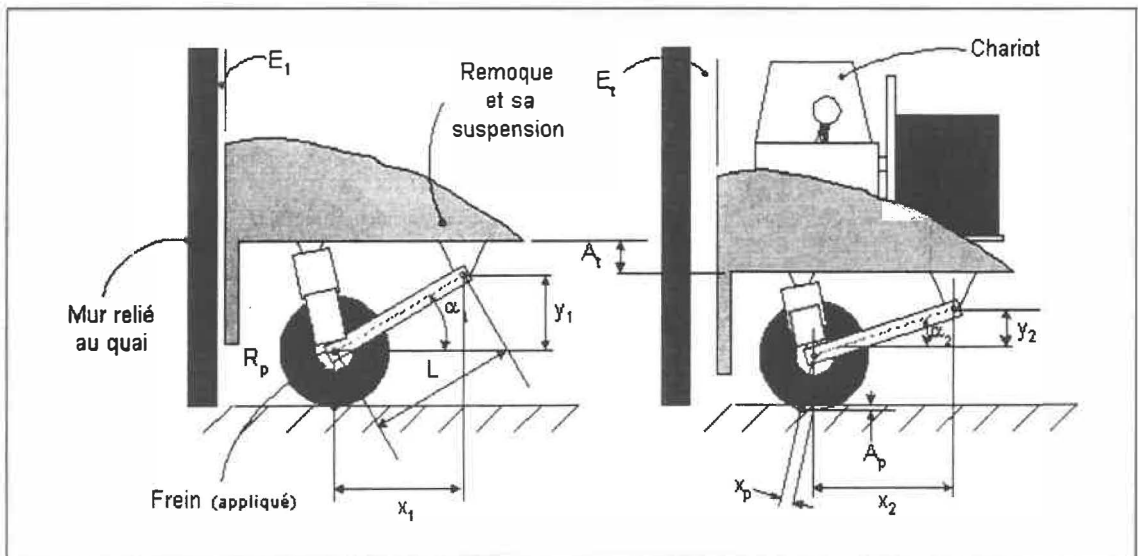


Figure 7. Rampage de la semi-remorque causé par une suspension à air

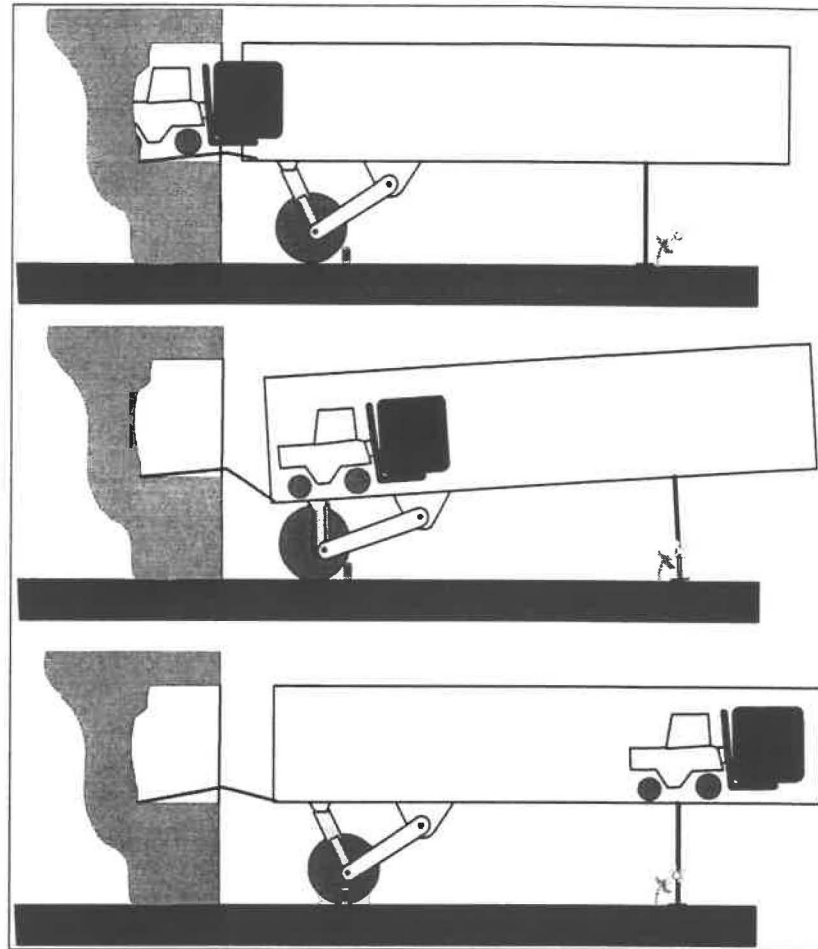


Figure 8. Déroulement du rampage de la semi-remorque

La figure 8 schématise le déroulement du rampage en exagérant les proportions. La figure du haut représente la semi-remorque au repos. Lorsque le chariot entre dans la remorque (figure du milieu), elle reste en place à cause du poids appliqué directement sur ses roues. Mais à cause de la suspension à air, la distance entre les béquilles et les roues diminue, donc il se produit un glissement au niveau des béquilles<sup>10</sup>. Finalement, quand le chariot atteint le fond de la semi-remorque, la suspension (qui n'est plus sous pression) retourne à sa position de repos. Puisque la charge du chariot est maintenant au-dessus des béquilles et non des roues, ce sont ces roues qui glissent. Ce qui résulte en un léger avancement de la semi-remorque. À noter que lorsque le chariot fait le

<sup>10</sup> Il est possible qu'il n'y ait pas de glissement au niveau des béquilles, il se crée alors une tension qui peut être relâchée à tout moment.

chemin inverse, la semi-remorque ne retourne pas à sa position de départ mais risque plutôt de refaire le même type de glissement qu'à l'arrivée.

### 3.3.8 Modélisation de l'impact du *ski slope*

Une analyse sommaire a été effectuée sur le principe du *ski slope* énoncé précédemment à la section 1.2.1. Cette étude avait pour but de déterminer si l'effet du *ski slope* était négligeable ou non. Une version simplifiée utilisant des équations de cinématique fut utilisée. Les simplifications de la modélisation comparativement au modèle réel ont toutes été faites en faveur du *ski slope*. Dans ces conditions, si l'énergie apportée par le *ski slope* était de beaucoup inférieure à celle du freinage du chariot, l'impact du *ski slope* pourrait être considérée comme négligeable. La modélisation a été effectuée comme suit, l'énergie du *ski slope* est comparée à celle de la friction entre le chariot-élévateur et la semi-remorque:

- Soit un chariot de masse totale de 13 535 Kg, se déplaçant à 2.77m/s et freinant au maximum de sa capacité et se trouvant sur le quai à 50 cm au dessus du niveau du camion<sup>11</sup>.
- On suppose que toute l'énergie potentielle est redistribuée en énergie cinétique allant dans la même direction que le chariot, cette hypothèse est une simplification en faveur du *ski slope* qui rend le problème beaucoup plus simple mais également moins précis, une valeur exacte n'est pas recherchée, simplement un aperçu du rapport entre les deux forces.
- Calcul de l'énergie due au *ski slope*

Énergie potentielle du *ski slope* :  $E_p = mgh$

$$E_p = 13535 \bullet 9.81 \bullet (0.5m)$$

$$E_p = 66389J$$

Énergie potentielle perdue par le chariot  $E_p = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2}$

$$E_p = \frac{13535(0^2 - 2.77^2)}{2}$$

---

<sup>11</sup> Ces valeurs ne sont pas moyennes, mais possibles; un seul cas a été étudié et ces valeurs représentaient bien la situation à étudier selon les hypothèses posées.

$$E_p = -51926J$$

L'énergie gagnée par la semi-remorque est donc l'inverse, soit +51 926J

Suite à ces résultats et tenant compte des simplifications et hypothèses, la seule conclusion pouvant être tirée est que le *ski slope* a un impact non-négligeable puisque son énergie n'est pas significativement plus petite que l'énergie du freinage du chariot.

Cette modélisation ne cherchait pas à obtenir des chiffres avec une précision égale aux modélisations sur le glissement et sur le basculement mais plutôt à obtenir un ordre de grandeur sur l'impact du *ski slope*. De plus, au vu des simplifications effectuées, il devient impossible d'utiliser ces chiffres pour caractériser la situation, seule la conclusion peut être retenue.

### **3.4 Description générale de l'outil**

#### **3.4.1 Concepts généraux de l'outil**

Le but de l'outil est de fournir un support pour l'évaluation de la sécurité aux quais de transbordement, de suggérer à l'évaluateur les moyens les plus efficaces pour améliorer la sécurité et fournir des informations selon le contexte sur les différentes mesures de retenue afin de permettre d'en retirer le maximum du point de vue sécurité. L'outil se divise en trois parties :

1. Un questionnaire de caractérisation contextuel du quai;
2. Une grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue;
3. Des fiches de mise en œuvre des mesures de retenue.

Les sections suivantes décrivent le fonctionnement de l'outil. L'annexe D contient un exemple d'application de l'outil où un établissement fictif est évalué. L'exemple utilise toutes les parties de l'outil et donne des pistes de recherches de solutions.

### 3.4.2 Le questionnaire de caractérisation contextuelle

Ce questionnaire permet à l'évaluateur de définir précisément le contexte du quai pour lequel est réalisée l'évaluation en définissant un niveau de sécurité et l'efficacité des différentes mesures de retenue en se basant sur plusieurs paramètres jugés importants. Ces paramètres proviennent des analyses, modélisations et recherches effectuées au cours du projet. À noter que le questionnaire évalue uniquement les paramètres contextuels du quai et de l'établissement et ne tient pas compte de mesures de retenue déjà en place (qui sont évaluées dans la deuxième partie de l'outil).

Dans un premier temps, la transposition des résultats de l'analyse de risque vers l'outil s'est fait à partir des informations consolidées dans l'ADF global contenant l'ensemble des facteurs de risques décrivant dans le détail la problématique. Les facteurs de risque ont été classés selon leur impact dans les quatre catégories suivantes :

- Impact sur l'événement dangereux de départ inopiné;
- Impact sur l'événement dangereux de glissement de la semi-remorque;
- Impact sur l'événement dangereux de basculement de la semi-remorque;
- Impact sur l'adéquation ou l'efficacité d'une mesure de retenue.

Par la suite, les facteurs de risque les plus importants de chacune des catégories ont été regroupés pour former le questionnaire d'évaluation contextuel. Ce questionnaire constitue l'élément de base pour la collecte des données servant à l'outil d'évaluation. Ses résultats alimentent une grille qui analyse les données pour faire ressortir le niveau de sécurité en fonction du contexte.

Le questionnaire est constitué des trente questions jugées les plus pertinentes dans l'évaluation de la sécurité et de l'efficacité des mesures de retenue. Il se retrouve dans l'annexe E, ce document comprend également une section justifiant du choix de ces questions. Chacune de ses questions offre à l'évaluateur un choix de réponses à cinq niveaux. La signification de chacun des niveaux est résumée dans le tableau 13. En

somme, plus la cote est élevée, plus la sécurité est bonne. Il en va de même pour les mesures de retenue, sauf deux exceptions où une cote de 0 est avantageuse, ces exceptions seront discutées plus loin.

Tableau 13. Signification des cotes du questionnaire

<b>Cote</b>	<b>Signification</b>
4	Situation la plus favorable, elle représente un contexte favorable
3	Cote intermédiaire entre 2 et 4
2	Situation médiane
1	Cote intermédiaire entre 0 et 2
0	Situation la plus défavorable

Une fois le questionnaire complété, l'évaluateur peut passer à la prochaine étape en important tout simplement les trente cotes caractérisant l'établissement. Les questions aident également à poser un regard critique sur la sécurité aux quais ciblés. Pour la grande majorité des questions, une cote de 4 signifie un niveau de sécurité ou un élément améliorant la sécurité. Une cote de 0 signifie qu'il y a un risque plus grand ou qu'une certaine mesure de retenue peut perdre de son efficacité. Cela ne signifie pas qu'une cote de 4 doit être visée sur chaque question, chaque établissement a des contraintes pouvant empêcher d'améliorer un certain point du questionnaire, ces faiblesses sont analysées dans la grille d'évaluation contextuelle qui propose des solutions en fonction de ces faiblesses. Le tableau 14 présente un exemple d'une question.

**Tableau 14. Exemple d'une question**

**1. Nature de la chaussée de la cour**

<b>Cote</b>	<b>Énoncés</b>
<b>4</b>	La chaussée est pavée (asphaltée ou bétonnée ou plaque spéciale au niveau des roues) et est en bon état.
<b>3</b>	Entre 2 et 4.
<b>2</b>	La chaussée est en gravier ou en pavé de mauvais état.
<b>1</b>	Entre 0 et 2.
<b>0</b>	La chaussée est en sable ou en terre battue.

**3.4.3 La grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue**

La grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue (figure 9) est basée sur une feuille de calcul *MS-Excel*. Ce support a été choisi en raison de sa simplicité ainsi que de la très grande disponibilité du logiciel dans les établissements. Elle utilise les résultats du questionnaire pour établir les niveaux de sécurité inhérents aux trois événements dangereux ainsi qu'une évaluation contextualisée de l'efficacité des différentes mesures de retenue. Cinq parties distinctes la composent, soit l'acquisition des cotes du questionnaire [partie A sur la figure 9], l'évaluation de la sécurité brute [partie B et C], l'évaluation des mesures de retenue [D], l'amélioration théorique maximale des mesures [E], l'amélioration réelle des mesures [F], le choix des mesures de retenue [G] et l'évaluation de la sécurité finale [H]. Les paragraphes suivants présentent le détail de chacune des différentes parties de la grille.

A  Cotes du questionnaire de caractérisation contextuelle		B Niveau de sécurité			D Impact sur l'applicabilité et performance des mesures										
		Départ opéré	Glissement	Basculement	Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement	Dispositif de retenue des roues (auto.)	Cale manuelle	Cale à détection de positionnement et plaque de retenue	Procédure du tracteur attelé	Chandelle sous la semi- remorque	Signalisation visuelle	Alarme sonore	Procédure de retenue des clés	Procédure de relâche poids chariot : longueur semi-remorque	Procédure de communication avec camionneur ou gieur
1 Nature de la chaussée	4		4				A 0%	A 0%		A 0%					
2 Etat de la chaussée aux abords du quai (glace, neige, sable, débris)	1		1		A -10%	C -40%	B -20%	B -20%							
3 Etat de la cour en hiver (déneigement)	1		1				B -20%	B -20%		A -10%					
4 Inclinaison de la cour	2		2	2			A 0%	A 0%							
5 Espacement entre deux camions stationnés au quai (portes)	0						C -80%	C -80%							
6 Nombre de portes sur ce quai	2	2									B -10%				
7 Numérotation des portes	2	2													B -10%
8 Distance maximale de la plus proche porte d'accès extérieur	1						A -10%	A -10%		A -10%					
9 Présence de barres anti-encastrements (barres ICC)	3				C 0%										
10 Etat général des semi-remorques	2			2	B -10%										
11 Longueur des semi-remorques	0		0	0										A -20%	
12 Nature et état de la suspension des semi- remorques durant le transbordement	4		4				A 0%	A 0%		B 0%					
13 Présence ou absence des tracteurs lors du transbordement	2		2	2								C -20%			
14 Différence de hauteur entre le quai le camion	4		4												
15 Longueur d'appui de la levée du pont niveleur	2		2												
16 Masse combinée du chariot et de la charge transportée	2		2	2									A 0%		
17 Vitesse de circulation des chariots à l'entrée ou la sortie des camions	4		4	4							B 0%		A 0%		
18 Nombre de camions transbordés durant la période la plus achalandée	3	3							A 0%			A 0%	A 0%	A 0%	A 0%
19 Nombre de chariot transbordant simultanément un même camion (co-activité)	3	3													A 0%
20 Temps de résidence d'un camion au quai	1							B -20%	E 0%			B -20%			
21 Temps disponible pour les caristes	3						A 0%								
22 Responsabilité du positionnement et du retrait des camions	4	4					B 0%	A 0%		B 0%	A 0%				A 0%
23 Proportion des camionneurs reprenant la même semi-remorque	3	3							C 0%				C 0%		A 0%
24 Gestion des camionneurs durant le transbordement	0	0			A -20%	A -20%									A -20%
25 Rôle du répertoire, coordonnateur, planificateur ou contremaître	1	1			A -10%	A -10%				A -10%		A -10%			A -10%
26 Autorisation de départ différée	3	3								A 0%					
27 Niveau de formation et d'expérience des caristes affectés au quai	3	3	3	3	A 0%	A 0%	A 0%			A 0%	A 0%	A 0%	A 0%	B 0%	B 0%
28 Qualité des règles et procédures pour les activités au quai	1	1			A -10%	A -10%	A -10%			A -10%			A -10%	B -20%	A -10%
29 Respect des règles et procédures par les employés de l'établissement pour les activités au quai	4	4	4	4	A 0%	A 0%				B 0%	B 0%		C 0%	C 0%	B 0%
30 Respect des règles et procédures par les camionneurs qui se présentent au quai	3	3					C 0%	A 0%	A 0%	C 0%	C 0%	B 0%	A 0%		C 0%
C Niveau de sécurité brut					2.46	2.54	2.38								
E Améliorations maximales possibles															
Départ incipité					1,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	1,0	3,0	0,0	1,0
Glissement					3,0	3,0	0,5	3,0	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
Basculement					1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
F Améliorations selon les conditions de l'entreprise															
Départ incipité					0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	1,2	0,0	0,5
Glissement					1,2	0,6	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
Basculement					0,4	0,0	0,0	0,0	2,4	2,1	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0
G Sélectionner mesures actuelles ou envisagées							x								x
H Niveau de sécurité après mesures					2.96	2.54	2.38								

Figure 9. La grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue

#### 3.4.3.1 . *Acquisition des cotes du questionnaire [partie A]*

Dans cette section, l'évaluateur n'a qu'à entrer les résultats du questionnaire de caractérisation contextuelle. Chaque ligne de la grille correspond à une question. Ces cotes, toujours de 0 à 4, seront traitées dans les sections suivantes. Les résultats entrés dans cette section sont ensuite transposés aux autres sections automatiquement par le chiffrier.

#### 3.4.3.2 *Évaluation du niveau de sécurité brut [parties B et C]*

Le niveau de sécurité du quai par rapport aux trois événements dangereux est déterminé à partir des cotes ayant une influence marquée sur chacun de ces événements. Par exemple, treize des trente questions ont une influence marquée sur l'événement dangereux de départ inopiné. Ces influences ont été établies à partir des résultats de l'analyse des risques. Les résultats entrés par l'évaluateur pour ces questions sont alors transposés automatiquement dans la partie [B] et utilisés pour déterminer le niveau de sécurité brut pour le risque de départ inopiné en calculant la moyenne des cotes. Règle générale, pour chacun des événements dangereux, l'impact de chaque question est semblable, une cote de «0» a une question a sensiblement le même impact qu'une cote de «0» à une autre question. Il y a cependant des exceptions à cette règle dans le cas de l'événement dangereux de basculement. En effet, quelques questions n'ont pas la même influence, la moyenne ne peut donc s'appliquer dans toutes les circonstances, trois règles ont été conçues pour s'occuper de ces exceptions<sup>12</sup>.

- Règle #0 : Si le tracteur est toujours présent il n'y a pas de basculement possible. La cote brute est donc de 4.
- Règle #1 : Si la semi-remorque est longue (53 pieds), la cote brute du basculement sera de 4. La modélisation sur le basculement a effectivement démontré que ces semi-remorques ne sont pas sujettes au basculement.
- Règle #3 : Si le chariot est très léger et la semi-remorque de longueur moyenne (cote de 3), la cote brute du basculement sera de 4. La modélisation sur le basculement a démontré que la combinaison de ces deux variables rend le basculement très improbable.

---

<sup>12</sup> Dans la phase de validation de l'outil la règle #2 a été délaissée.

Le résultat final de cette opération, qui se trouve à la partie C (figure 9), est le niveau de sécurité brut de chacun des trois événements dangereux. Le niveau de sécurité brut est une indication du potentiel de sécurité en référence au contexte général du quai, en faisant abstraction des mesures de retenue utilisées. Ces valeurs sont à la base du choix des mesures de retenue, chaque mesure implantée pouvant potentiellement améliorer le niveau de sécurité brut d'un ou plusieurs événements dangereux.

#### *3.4.3.3 Évaluation du potentiel d'applicabilité et d'efficacité des mesures [partie D]*

La recherche a démontré que l'applicabilité et l'efficacité des différentes mesures peuvent varier considérablement en fonction du contexte du quai. Par exemple, si les camions qui se présentent à un quai donné ne sont généralement pas équipés de barres anti-encastrement (comme c'est le cas des camions équipés de plate-forme élévatrice), les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement verront leur potentiel d'efficacité réduit considérablement. La partie [D] de la grille permet donc de déterminer un pourcentage de dévaluation du potentiel d'applicabilité et d'efficacité des différentes mesures en fonction du contexte du quai.

La détermination des pourcentages de dévaluation est fonction des résultats de la partie [A], chacune des trente questions pouvant réduire le potentiel d'efficacité des différentes mesures de retenue. Cependant, l'impact de chacune des questions varie en fonction des mesures concernées. Par exemple, pour l'efficacité potentielle des cales manuelles, la question 5 (distance entre les camions) a un impact beaucoup plus grand que la question 21 (temps disponible par les caristes). En effet, si le camionneur ne peut se glisser entre deux camions pour positionner la cale, celle-ci ne sera pas utilisée. Par contre, si les caristes manquent de temps pour vérifier que la cale est bien placée et agir en conséquence si elle ne l'est pas, on peut présumer que la cale sera tout de même utilisée dans la majorité des cas.

Pour tenir compte de ces différences, quatre règles d'impact ont été définies, soit A, B, C et E. La règle «A» signifie que la question a un impact négatif faible sur l'efficacité de la mesure, comme le temps disponible par les caristes de l'exemple précédent. Dans ce cas,

si le résultat de la question (la cote) est de 2, 3 ou 4 alors l'efficacité de la mesure ne s'en trouverait pas réduite. Si la cote est de 1, la dévaluation de l'efficacité de la mesure sera de 10% et si la cote est de 0 sur la question alors la mesure est dévaluée de 20%.

La règle « B » a un impact modéré et la règle « C » a un impact majeur c'est à dire que la dévaluation de l'efficacité de la mesure est de 80% lorsque la cote à la question est «0». Ce contexte a pour effet d'éliminer pratiquement l'utilité de la mesure comme dans l'exemple cité plus haut sur les cales : si l'espace est insuffisant entre deux camions pour aller porter une cale, alors la cale devient une mesure inefficace et inapplicable.

Pour ce qui est de la règle E, il s'agit d'une règle particulière associée à la question 20 (temps de résidence d'un camion au quai) en relation avec la mesure des « chandelles sous la semi-remorque ». En effet, dans le cas des mesures « procédure du tracteur attelé » et « procédure de retenue des clefs », si le temps de résidence du camion au quai est long, alors ces mesures sont difficilement applicables. Par contre, si la semi-remorque ne reste que quelques minutes au quai, c'est la mesure « chandelles sous la semi-remorque » qui devient difficilement applicable, en raison du temps requis pour procéder à cette opération. La règle « E » permet donc de tenir compte de ce cas particulier. L'impact de ces quatre règles est résumé au tableau 15.

Tableau 15. Règles de dévaluation du potentiel d'applicabilité et d'efficacité des mesures

Cote -->	0	1	2	3	4	
Règle A	-20%	-10%	0%	0%	0%	Faible impact
Règle B	-40%	-20%	-10%	0%	0%	Impact modéré
Règle C	-80%	-40%	-20%	0%	0%	Impact majeur
Règle E	0%	0%	-10%	-20%	-40%	Impact modéré inverse

À partir des résultats entrés dans la partie A, la feuille de calcul détermine automatiquement les pourcentages de dévaluation pour chaque mesure, ce qui donne la dévaluation totale de la mesure (avec un maximum de -100%). La figure 10 présente un cas simplifié avec 6 questions seulement. Par exemple, la cote de la question 25 est «0» et la règle d'impact est «A». En regardant le tableau 15, on remarque qu'au croisement

de A et 0, la dévaluation est de -20%. De façon similaire, les questions 26 et 27 causent respectivement -10% et 0% de dévaluation. La question 28 n'a aucun impact sur l'efficacité de la mesure, il n'y a donc pas de dévaluation. La question 29 a un impact qui utilise la règle B, avec une cote de 3 ceci correspond à une dévaluation de 0%. Quant à la question 30, son impact de C et sa cote de 2 correspondent à -20% de dévaluation. En additionnant tous les pourcentages on obtient la dévaluation totale de -50%. Ces opérations sont effectuées automatiquement dans la feuille de calcul *MS-Excel*.

Questions	Cote	Impact	Signalisation intérieure/extérieure
25 Rôle du répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître	0	A	-20%
26 Autorisation de départ différée	1	A	-10%
27 Niveau de formation et d'expérience des caristes affectés au quai	2	A	0%
28 Qualité des règles et procédures pour les activités au quai	3		
29 Respect des règles et procédures par les employés de l'établissement pour les activités au quai	3	B	0%
30 Respect des règles et procédures par les camionneurs qui se présentent au quai	2	C	-20%
			-50%

Figure 10. Exemple de calcul de dévaluation totale

#### 3.4.3.4 Potentiel d'amélioration maximal théorique de la sécurité par les mesures de retenue [partie E]

Le potentiel d'amélioration maximal théorique de la sécurité représente l'amélioration maximale à la sécurité que peut apporter une mesure de retenue en fonction des trois événements dangereux. Cette valeur est indépendante du contexte d'utilisation de la mesure. Par exemple la figure 11 montre que pour la mesure « dispositif de retenue de la barre anti-encastrement », l'amélioration potentielle maximale de la sécurité face au

départ inopiné est de 1, elle est de 3 contre le glissement et de 1 contre le basculement. Cela signifie qu'un tel dispositif peut être très efficace pour contrer le glissement et qu'il sera, au mieux, d'une efficacité limitée contre les deux autres événements dangereux. Le potentiel d'amélioration de la sécurité de toutes les mesures de retenue a été ainsi évalué en relation avec chaque événement dangereux. Une valeur allant de 0 à 3 a été attribuée à chaque cas.

	Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement	Dispositif de retenue des roues (auto.)	Cale manuelle	Chandelle sous la semi-remorque
	-40%	-20%	-60%	-30%
<b>Améliorations maximales possibles</b>				
Départ inopiné	1,0	3	0	0
Glissement	3,0	3	0,5	0
Basculement	1,0	0	0	3
<b>Améliorations réelles</b>				
Départ inopiné	0,6	2,4	0	0
Glissement	1,8	2,4	0,2	0
Basculement	0,6	0	0	2,1

Figure 11. Améliorations maximales et réelles des mesures de retenue

Les améliorations maximales possibles sont classées en trois niveaux :

- Aucun impact, amélioration de 0 :  
La mesure n'a aucun effet sur l'événement dangereux.
- Impact modéré, amélioration de 1 :  
La mesure a un effet moyen, elle améliore la situation, mais même dans les meilleures circonstances elle ne peut empêcher à elle seule un accident. Dans le cas d'un dispositif de retenue cela signifie qu'il est possible qu'il ne retienne pas tous les camions.
- Impact suffisant pour réduire de façon significative le risque, amélioration de 3 :  
Lorsque la mesure est utilisée dans des conditions idéales elle est suffisante pour empêcher un accident. Cette cote devrait remonter le niveau de sécurité à un niveau acceptable selon le barème établi.

Après la validation cependant, deux valeurs ont été réduites à 0.5 car même une valeur de 1 était considérée trop grande. Les paragraphes suivants décrivent les valeurs ainsi que les raisons qui ont poussées à utiliser ces valeurs pour les onze mesures de retenue.

#### 1) Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement

Une valeur de 1 a été octroyée face au départ inopiné. Comme expliqué dans la modélisation sur la résistance des barres anti-encastrement, les barres ne peuvent pas systématiquement retenir un camion. La résistance peut, en certaines occasions, être suffisante pour retenir ou pour être ressentie par le camionneur qui arrête sa manoeuvre. Il est également possible qu'une force de résistance incite le camionneur à tirer plus fort avec son tracteur croyant que la glace ou un chargement lourd le retient. Il est impossible d'affirmer sans équivoque qu'un certain dispositif retiendra un camion ou ne retiendra pas.

Le glissement a obtenu une amélioration maximale possible de 3. La force que doit supporter la barre anti-encastrement lors d'un glissement est suffisamment petite pour que toutes les barres anti-encastrement soient capables de résister. Une semi-remorque dont la barre est retenue par un dispositif sera retenue s'il y a début de glissement.

Pour le basculement, certains dispositifs avec recouvrement sont capables de retenir la semi-remorque lorsqu'elle pivote latéralement. Ceci cependant n'évite pas l'incident, juste l'accident. Bien que certaines compagnies vendant des dispositifs précisent que leur produit peut retenir contre le basculement latéral, il est possible de croire que la retenue se solde par un échec dans certaines circonstances.

#### 2) Dispositif de retenue automatique des roues

Ce genre de dispositif est assez robuste pour retenir un camion et contrairement à la barre anti-encastrement la roue ne peut être arrachée du camion. Ce dispositif peut donc retenir le camion lors d'un départ inopiné, ce qui lui vaut une amélioration maximale de 3.

Le même raisonnement peut être utilisé dans le cas du glissement, le dispositif n'aura aucune difficulté à retenir la semi-remorque contre les forces générées lors d'un glissement.

Il ne peut cependant rien faire contre le basculement. Le dispositif n'offrant pas de force pour contrer le pivotement autour du point d'appui des béquilles.

### 3) Cales manuelles

Un impact nul, pour une amélioration de 0, a été décerné aux cales face au départ inopiné. Quelques raisons expliquent ce choix. Premièrement, lors des essais sur les cales, des tests ont été réalisés pour mettre à l'épreuve les cales lors d'un départ inopiné. Aucune n'a pu retenir le départ du camion et dans la majorité des cas le camionneur ne ressentait même pas la présence des cales. La deuxième raison ne porte pas sur l'efficacité des cales mais sur le fait qu'elles ne sont pas supposées être positionnées lors d'un départ inopiné. C'est normalement la tâche du camionneur de retirer la cale avant de quitter avec son camion. Lorsqu'il y a départ inopiné le camionneur croit qu'il est temps de partir et donc retire la cale. La seule occasion où les cales seraient mises à l'épreuve en cas de départ inopiné se produit lors d'une double erreur, soit l'erreur du départ inopiné et l'erreur d'oublier de retirer la cale. Même si les cales pouvaient retenir un camion, il ne serait pas judicieux de leur accorder une amélioration possible pour cette dernière raison.

L'amélioration maximale possible face au glissement est de 0.5, les essais sur les cales ainsi que la phase de validation ont démontrés qu'une cote d'amélioration de 1 était surévaluée. Les cales n'ont un effet que lorsque la roue du camion tourne (roule parce que les freins du camions sont défectueux ou non appliqués). Dans cette situation la cale offre un obstacle à surmonter. Cependant lorsque la roue glisse (freins appliqués) la cale glisse généralement avec elle.

Les cales n'ont absolument aucun impact sur toutes les formes de basculement, d'où leur cote de 0 d'amélioration maximale possible vis-à-vis cet événement.

#### 4) Cales à détection de positionnement et plaque de retenue

L'amélioration maximale de cette mesure face au départ inopiné est de 1 et la détection de positionnement en est la cause (comparé aux cales manuelles qui n'ont pas d'influence sur le départ inopiné). Si le camionneur décide de retirer la cale au mauvais moment, la détection de positionnement le détectera et en informera ainsi le cariste et le camionneur, ce qui peut éviter la propagation des événements conduisant au départ inopiné. De plus elle retient assez le camion pour que le camionneur ressente la pression, ce qui le conduit à arrêter sa manœuvre.

Face au glissement, la situation est différente des cales traditionnelles. Si la cale est bien positionnée sur sa plaque, la force de retenue devient suffisante pour arrêter le glissement d'un camion. Une amélioration maximale possible de 3 est donc utilisée.

Tout comme les cales manuelles, ce type de cale n'a aucun effet contre le basculement.

#### 5) Procédure du tracteur attelé

Le départ inopiné n'est pas affecté par cette mesure. Avec un tracteur toujours attelé à la semi-remorque le risque n'augmente pas nécessairement mais ne diminue pas non plus.

Face au glissement la situation est différente, le tracteur, lorsque ses freins sont engagés, offre suffisamment de résistance pour retenir la semi-remorque sous tous les types de terrain. Ceci a été confirmé lors des essais sur les cales. Une amélioration maximale possible de 3 a donc été attribuée à la procédure.

L'événement dangereux de basculement est complètement éliminé si le tracteur est présent, les béquilles n'étant même pas déployées.

#### 6) Chandelles sous la semi-remorque

Les chandelles ont été conçues spécifiquement dans le but de prévenir le basculement et l'affaissement des béquilles, il est donc normal que l'amélioration maximale possible face

au départ inopiné et au glissement soit de 0, le dispositif ne pouvant rien faire contre ces événements.

Contre le basculement une amélioration de 3 a été accordée, si la chandelle est effectivement positionnée et placée correctement elle devient un support supplémentaire suffisant pour empêcher le basculement.

#### 7) Signalisation visuelle

La signalisation a un léger impact sur le départ inopiné, une valeur de 1 a tout d'abord été accordée. La signalisation ne peut retenir le camion mais peut empêcher le camionneur de quitter au mauvais moment ou avec la mauvaise semi-remorque. Toutefois, pendant la phase de validation, il a été noté que partout où il y avait un système de signalisation le niveau de sécurité final attribué par l'outil était trop élevé en fonction du nombre d'incidents et d'accidents observés. La valeur a donc été abaissée à 0.5, la validation suivant cette modification confirmait que celle-ci était justifiée.

La mesure a un impact négligeable pour le glissement et elle ne peut rien faire contre le basculement. Une valeur de 0 a donc été donnée pour ces deux événements.

#### 8) Alarme sonore

L'alarme a un certain impact face au départ inopiné, elle ne peut retenir le camion mais peut empêcher un accident. Lorsque les différents capteurs détectent une situation dangereuse, l'alarme retentit et peut arrêter le cariste avant qu'il ne tombe dans l'espace créé entre le quai et le camion. L'alarme peut avertir le cariste lorsqu'il est à l'intérieur du camion, ce que la signalisation visuelle ne peut faire. Puisque l'évitement de l'accident ne peut être assuré en toutes circonstances une cote de 1 a été donnée comme amélioration maximale possible pour le départ inopiné et le glissement. La mesure ne pouvant rien faire pour arrêter ou prévenir un basculement, une cote de 0 a été attribuée.

La définition de l'alarme stipule qu'elle doit être capable de détecter une situation dangereuse (éloignement du camion, départ imminent du camion). Elle peut informer le cariste de cette situation même s'il est à l'intérieur du camion.

#### 9) Procédure de retenue des clefs

Sans ses clefs, le camionneur ne peut quitter le quai avec son camion. Si la procédure est appliquée à la lettre et dans des conditions idéales, la possibilité d'un départ inopiné est pratiquement éliminée, d'où la cote d'amélioration maximale de 3.

Retenir les clefs n'a aucun effet sur le glissement, si ce n'est que le fait que sans les clefs, en théorie, les freins sont automatiquement appliqués, cet effet a cependant été jugé négligeable. La procédure n'a aucune possibilité de prévenir le basculement. Quoi que normalement la procédure n'est applicable que lorsque le camion est un camion-fourgon surélevé ou une semi-remorque avec un tracteur attelé, dans ces deux cas le basculement est automatiquement éliminé. Les cotes de 0 ont donc été attribuées à ces deux événements.

#### 10) Procédure de relation du poids chariot – longueur de la semi-remorque

La procédure cible uniquement le basculement, les deux autres événements dangereux reçoivent donc une cote de 0. La procédure consiste à réduire l'impact des facteurs qui augmentent la probabilité de voir un basculement se concrétiser. Ces facteurs, qui ont été identifiés lors des modélisations, sont la vitesse et la masse combinée du chariot-élévateur et de sa charge ainsi que la position à laquelle le chariot s'arrête dans la semi-remorque. Une amélioration maximale possible de 3 a été accordée à la mesure, si les facteurs de risque sont effectivement éliminés, le risque de basculement l'est également.

Il est à noter que cette cote représente l'amélioration maximale théorique possible. Pour que cette amélioration se concrétise, la mise en œuvre reliée à la mesure doit être observée rigoureusement. Cette mise en œuvre contient des éléments procéduraux complexes qui peuvent affecter l'efficacité de la procédure s'ils ne sont pas appliqués correctement.

## 11) Procédure de communication

Cette procédure sert à réduire les possibilités d'erreur de communication entre le camionneur et le cariste (ou le répartiteur) conduisant au départ inopiné. Celle-ci ne peut cependant pas retenir un camion et n'est pas à l'abri d'une erreur humaine. Une amélioration maximale possible de 1 doit donc être utilisée.

La mesure n'a aucun pouvoir contre le glissement ou le basculement, puisqu'elle est entièrement procédurale elle ne peut résoudre qu'un problème procédural des cotes de 0 ont donc été attribuées à ces deux événements.

### 3.4.3.5 *Amélioration réelle de la sécurité des mesures de retenue [partie F]*

La recherche a démontré que l'applicabilité et l'efficacité des différentes mesures peuvent varier considérablement en fonction du contexte du quai. Le potentiel d'amélioration maximal théorique de la sécurité de chaque mesure de retenue doit donc être ajusté en fonction du contexte particulier d'un quai donné. L'amélioration réelle de la sécurité des différentes mesures est donc déterminée en appliquant les pourcentages de dévaluation aux potentiels d'amélioration maximum théoriques de chaque mesure. Par exemple, à la figure 11, la dévaluation de la mesure du dispositif de retenue de la barre anti-encastrement (première colonne de chiffre à gauche) est de -40%. 40% a donc été retiré de l'amélioration maximale possible contre le départ inopiné dont la valeur était 1. L'amélioration réelle de la mesure contre le départ inopiné dans ce contexte donné est donc de 0,6. De même, 40% a été retiré de la valeur 3 de la mesure contre le glissement pour une amélioration réelle de 1,8. Ce sont ces trois valeurs d'amélioration réelle de la sécurité pour chaque mesure qui sont importantes pour les autres étapes.

### 3.4.3.6 *Choix des mesures de retenue [partie G]*

Dans cette partie de l'outil, l'évaluateur doit sélectionner les mesures de retenue déjà utilisées dans l'établissement (en cochant les cases correspondantes, voir la figure 12), puis faire une évaluation du niveau de sécurité actuel (décrit au paragraphe suivant). Si le niveau de sécurité est acceptable pour les trois phénomènes dangereux, les démarches

peuvent être arrêtées. Cependant, si le niveau de sécurité est jugé insuffisant, l'évaluateur doit faire un ou plusieurs choix parmi les mesures de retenue proposées dans l'outil et regarder à nouveau le niveau de sécurité final. Ce processus est itératif jusqu'à ce que le niveau de sécurité relatif aux trois événements dangereux soit acceptable. Pour faire un choix il suffit de placer un X (ou tout autre caractère) dans la colonne de la mesure choisie et de la ligne intitulée «Sélectionner mesures actuelles ou envisagées». Par exemple, à la figure 12 le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement ainsi que les cales ont été choisis.

Questions	Départ inopiné	Glissement	Basculement	Impact	Impact	Impact	Impact	Impact	Impact	Impact	Impact	Impact
				Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement	Dispositif de retenue des roues (auto.)		Cale manuelle		Cale à détection de positionnement et plaque de retenue		Procédure du tracteur attelé	Chandelle sous la semi-remorque
Améliorations selon les conditions de l'entreprise												
Départ inopiné				0,0	0,0		0,0		0,0		0,0	0,0
Glissement				0,0	0,0		0,0		0,0		0,0	0,0
Basculement				0,0	0,0		0,0		0,0		0,0	0,0
Sélectionner mesures actuelles ou envisagées				x			x					

Figure 12. Exemple de sélection de mesures de retenue

### 3.4.3.7 Évaluation de la sécurité finale [partie H]

Les trois valeurs obtenues à cette étape (figure 13) sont le résultat final de l'outil d'évaluation et indiquent le niveau de sécurité du départ inopiné, du glissement et du basculement respectivement. Elles proviennent de l'addition des améliorations réelles de la sécurité des mesures de retenue sélectionnées avec le niveau de sécurité brut du quai.

Niveau de sécurité après mesures actuelles ou envisagées	4,69	3,72	4,00
--	------	------	------

Figure 13. Exemple de résultat final

En utilisant de concert la partie [G] et la partie [H] de l'outil, l'évaluateur doit sélectionner des mesures jusqu'à ce que le niveau de sécurité lui paraisse acceptable. Cependant ce

niveau acceptable peut différer d'une personne à l'autre. Pour les besoins internes du projet de recherche, le barème suivant a été établi :

- un résultat inférieur à 3 : sécurité trop faible, requiert une action immédiate;
- un résultat entre 3 et 4 : sécurité moyenne, une amélioration serait souhaitable;
- un résultat supérieur ou égal à 4 : bon niveau de sécurité, la situation peut être jugée acceptable.

Il est toutefois important de préciser qu'il appartient à l'évaluateur de déterminer lui-même son propre barème en fonction de ses expériences propres et des caractéristiques propres à l'établissement qui fait l'objet de l'évaluation.

Pour aider l'évaluateur dans sa démarche de sélection des mesures de retenue appropriées, les améliorations apportées par chaque mesure sur chacun des trois événements dangereux sont visibles sur l'outil. Par exemple, si une faiblesse est constatée au niveau du glissement, le choix de l'évaluateur doit porter sur une mesure améliorant la condition de glissement. Dans l'exemple de la figure 11, la mesure de dispositif de retenue de la barre anti-encastrement serait intéressante puisqu'elle offre une amélioration réelle de la sécurité contre le glissement d'une valeur 1,8. À l'inverse, la chandelle sous la semi-remorque (la dernière mesure à droite) n'est d'aucune utilité contre cet événement dangereux (valeur d'amélioration réelle de la sécurité contre le glissement égal à 0). Néanmoins, l'outil se veut être une aide à la sélection des mesures de retenue et ne prétend pas à la vérité absolue. Il convient donc pour l'évaluateur de poser un regard critique sur les résultats obtenus et de faire un choix réfléchi en fonction des besoins et des ressources de l'établissement. Par exemple, certaines mesures viennent avec de fortes contraintes procédurales qu'il faudra implémenter, alors que d'autres demandent des investissements importants.

#### 3.4.4 Les fiches d'information pour la mise en œuvre des mesures

Une fois que l'outil a permis à l'évaluateur de définir un scénario adéquat qui permettra d'obtenir un niveau de sécurité acceptable, l'établissement doit procéder à l'implantation

les mesures choisies. Pour ce faire des fiches d'information ont été conçues pour la mise en œuvre des différentes mesures.

Ces fiches, disponibles à l'annexe F, contiennent l'information nécessaire pour une implantation adéquate de nouvelles mesures ou pour améliorer l'implantation des mesures existantes. Elles ont été construites à partir des données obtenues lors des essais, études et analyses réalisés, lors des visites d'établissements, par l'étude des dispositifs, par l'analyse de la littérature et enfin, par le jugement d'experts (membres du comité de suivi, personnes interviewées lors des visites, représentants des fabricants). Toutes les données pertinentes concernant les mesures de retenue recueillies au cours du projet s'y retrouvent colligées. L'information contenue dans ces fiches doit être utilisée judicieusement. Il est en effet impossible de cibler toutes les situations possibles dans l'ensemble des établissements et c'est pourquoi les fiches doivent être utilisées comme des guides et non comme une norme stricte. Les points les plus importants ayant été repérés et décrits dans les fiches, il est de la responsabilité de l'établissement d'adapter ces informations en fonction de ses besoins.

Une fiche a été complétée pour chacune des 11 mesures et chacune se divise en trois sections<sup>13</sup>, soit les considérations physiques, les considérations d'implantation et les considérations procédurales.

- Les considérations physiques regroupent tous les paramètres dont devrait tenir compte l'établissement lorsqu'elle veut acquérir ou fabriquer l'équipement nécessaire à une mesure de retenue.
- Les considérations d'implantation regroupent toutes les opérations qui doivent être entreprises lors de l'implantation, tant sur le plan physique qu'organisationnel, de la mesure de retenue. On y retrouve par exemple des informations sur la formation nécessaire, la mise en place des procédures ou l'installation d'un dispositif. Il est à noter que lors de la formation, les employés devraient être sensibilisés aux trois événements dangereux ciblés dans cette étude, ainsi qu'aux limites des différentes

---

<sup>13</sup> La procédure de tracteur attelé et la procédure de relation poids chariot – longueur semi-remorque n'ont des informations que dans les deux dernières sections.

mesures de retenue. Aucune mesure n'est parfaite et une erreur humaine ou une méconnaissance d'une mesure peut conduire à un accident.

- Les considérations procédurales, elles regroupent toutes les informations concernant les procédures qui viennent de pair avec chaque mesure. Les points importants et nécessaires au bon fonctionnement des mesures de retenue y sont énumérés. Les procédures qui y sont décrites sont génériques et doivent être adaptées cas aux conditions particulières de l'établissement.

### **3.5 Validation de l'outil**

L'outil d'évaluation a été élaboré en s'appuyant sur le jugement des membres de l'équipe de recherche; jugement basé sur les données obtenues au cours de la recherche. Une démarche de validation de l'outil s'avérait donc nécessaire afin de s'assurer qu'il permettait effectivement de réaliser une évaluation juste et suffisante de la sécurité des différentes mesures de retenues en fonction d'un contexte donné. L'outil a été utilisé pour l'évaluation de douze installations existantes dans des établissements ciblés. Ceci a entre autre permis à l'équipe de recherche de mettre à l'essai le questionnaire de caractérisation contextuel et la grille d'évaluation de la sécurité et des mesures de retenue dans un contexte réel.

Les résultats des évaluations ont ensuite été analysés afin d'évaluer la validité de l'outil. Les chercheurs ont d'abord vérifié si l'application de l'outil d'évaluation permettait de produire des résultats qui correspondaient bien à la réalité. À cette fin, les niveaux de sécurité obtenus par l'application de l'outil ont été confrontés à l'historique d'incident et d'accident du quai concerné. Ensuite, à la lumière des informations recueillies, chacun des paramètres de l'outil a été évalué par les chercheurs quant à leur adéquation avec la situation réelle. Il s'agissait de déterminer si le résultat obtenu pour chaque paramètre correspondait à la réalité. Par exemple, les chercheurs ont déterminé l'influence du paramètre « inclinaison de la chaussée » sur le risque de glissement de la semi-remorque en comparant l'impact de ce paramètre défini dans l'outil avec l'historique du quai.

Suite à cette étude de validation, quelques ajustements ont été apportés à l'outil afin de corriger certaines lacunes observées par les chercheurs. Certaines questions ont été

modifiées pour qu'elles soient sans équivoques et plus précises, deux autres ont été modifiées dans le cadre de la validation des résultats numériques. La première est la question 24 sur la gestion des camionneurs, à l'origine la question donnait un fort pointage pour un camionneur qui était isolé et qui ne pouvait interférer avec les opérations de transbordement. La phase de validation a révélé que la situation la plus sécuritaire était lorsque le camionneur était directement sous la supervision du cariste, même si le camionneur était sur le quai. La deuxième question est la question 7 sur la numérotation des portes. Une notice a été ajoutée pour une situation où un quai aurait un très faible nombre de portes. À l'origine seul la numérotation des porte comptait, après la validation il a été constaté qu'un quai ne comportant qu'une seule porte n'augmentait pas le risque même si cette seule porte était mal identifiée.

Quant à la grille d'évaluation de la sécurité, l'étude de validation a permis de repérer des résultats qui n'étaient pas conformes au niveau de sécurité réel. En effet, certaines cotes de sécurité s'avéraient faibles alors qu'il n'y avait pas d'incidents ou d'accidents et vice-versa. Certaines modifications ont alors été apportées à la distribution des règles de dévaluation dans la grille pour tenir compte des irrégularités identifiées. La première modification importante porte sur la question 10 (état des camions et semi-remorques). À l'origine, le niveau de sécurité relié au basculement n'était pas influencé par cette question. Il a cependant été réalisé que l'état des béquilles entraînait dans la catégorie de l'état des camions et que des béquilles en mauvais état pouvaient influencer l'événement dangereux d'affaissement des béquilles (événement qui est classé comme un type de basculement).

Par ailleurs, trois cotes d'amélioration maximales possibles des mesures de retenues ont été modifiées. La première est une diminution de l'efficacité des cales. À l'origine, l'amélioration maximale possible des cales était de 1, 3 et 0 contre le départ inopiné, le glissement et le basculement respectivement. Ces cotes ont été diminuées à 0, 0.5 et 0. Ces résultats font suite aux essais sur les cales qui ont été discutés auparavant.

Une deuxième modification a touché la mesure des chandelles, l'effet contre le basculement a été amélioré de 1 à 3. Compte tenu des autres facteurs qui définissent l'efficacité réelle de la mesure, on doit considérer que la mesure, si elle est effectivement

appliquée selon les règles de l'art, permettra de réduire substantiellement le risque de basculement.

La troisième modification ciblait la signalisation visuelle, il a été constaté suite à la phase de validation que la cote de 1 attribuée contre le départ inopiné était trop élevée et ne concordait pas avec les résultats. Cette cote a donc été réduite à 0.5.

Suite à ces constatations une nouvelle version de l'outil a alors été créée et les cotes des douze visites de validation ont été réintégrées dans ce nouvel outil. Une fois de plus, quelques irrégularités ont été repérées et une nouvelle série de modifications a été apportée. Cette dernière version a également été mise à l'épreuve avec les résultats des douze visites de validation. Cette fois-ci, les résultats correspondaient bien.

## 4 CONCLUSION

La recherche avait trois objectifs principaux, soit d'approfondir les connaissances sur les événements dangereux et sur les mesures de retenue ainsi que de développer un outil qui pouvait à la fois évaluer la sécurité et aider au choix et à l'optimisation des mesures de retenue.

### 4.1 Événements dangereux

#### 4.1.1 Départ inopiné

Le départ inopiné est le premier des trois événements dangereux. Il se concrétise lorsque le camionneur ou gareur retire le camion de son emplacement sur le quai. Il y a presque toujours au moins une erreur humaine à sa source. Soit le camionneur quitte avec la mauvaise semi-remorque, soit il quitte au mauvais moment. Dans le premier cas, une mauvaise identification des portes du quai peut être la cause. Dans le second cas le camionneur quitte avec le bon camion mais au mauvais moment. Le problème est particulièrement présent dans les établissements où les règles et procédures ne sont pas respectées. La familiarité des camionneurs et la façon dont ils sont contrôlés dans l'établissement joue également un rôle déterminant. Un camionneur familier connaît les procédures et peut les appliquer plus facilement alors qu'un camionneur arrivant pour la première fois et laissé seul et sans surveillance est plus sujet à commettre une erreur. Plusieurs mesures de retenue ont un effet contre cet événement, dans ce cas particulier il est possible d'essayer de retenir le camion, mais également le camionneur. Retenir le camion peut cependant être une tâche ardue compte tenu des forces en jeu, les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement par exemple n'arrivent pas à résister systématiquement à tous les efforts de départ inopinés. Quant aux mesures qui retiennent le camionneur (ou arrêtent le cariste), les signalisations visuelles et alarmes sonores ont une certaine efficacité. La procédure de communication entre camionneur et cariste a été conçue spécifiquement dans le but d'éviter les erreurs conduisant au départ inopiné et a également un certain effet contre l'événement.

#### 4.1.2 Le glissement

Le glissement est le deuxième événement dangereux pouvant conduire à une chute du chariot. La semi-remorque peut glisser sous les forces générées par le chariot-élévateur. Il a été déterminé que la masse et la vitesse du chariot-élévateur sont des paramètres importants. L'inclinaison de la cour et l'état de la chaussée ont également un impact, particulièrement dans le cas d'une chaussée glacée. Un autre type de glissement, le rampage, est présent lorsque la semi-remorque est équipée de suspension à air. Ce type de glissement crée une succession de petits glissements qui, après un certain temps, peuvent s'additionner pour donner un glissement suffisant pour qu'il y ait accident. Bien que certains des facteurs déjà mentionnés aient un certain impact pour ce type de glissement (masse, état de la chaussée), c'est surtout la longueur de la remorque et l'état de la suspension qui déterminent les probabilités de ce type de glissement. Les mesures procédurales et de signalisation n'ont pas d'effet contre cet événement, à l'exception de l'alarme sonore qui peut détecter le glissement et avertir le cariste avant qu'il ne recule (sorte) de la semi-remorque. Les mesures qui retiennent le camion au quai sont assez efficaces au regard des forces en jeu. Les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement résistent très facilement.

#### 4.1.3 Le basculement

Le basculement est le dernier événement dangereux. Il y a un basculement lorsque toutes les forces en jeu causent une rotation de la semi-remorque et du chariot autour du point de pivot, soit le point de contact entre les béquilles et le sol. La longueur de la semi-remorque est le paramètre le plus important, une semi-remorque très longue (53 pieds) n'a presque aucune chance de basculer tandis qu'une semi-remorque de 32 pieds bascule très facilement. La vitesse et la masse du chariot ainsi que l'inclinaison de la cour ont également un impact non négligeable sur l'événement. Le basculement ne peut se produire que lorsque le tracteur n'est pas attelé à la semi-remorque. Quelques mesures peuvent contrer cet événement dangereux, la plus efficace étant évidemment la procédure de présence du tracteur qui élimine complètement le risque. La chandelle et la procédure de relation poids chariot/longueur remorque ont également une possibilité de réduire le risque. Certains dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, notamment ceux

avec un recouvrement, peuvent arrêter un basculement et le transformer en simple incident.

## **4.2 Mesures de retenue**

Les informations disponibles ont permis d'évaluer onze mesures de retenue. Chacune de ces mesures de retenue a un impact différent selon l'événement dangereux et selon le contexte d'utilisation. La mesure de retenue automatique des roues est très efficace pour retenir le camion, entre autre à cause de la robustesse des roues du camion, elle est donc efficace à la fois contre le départ inopiné et contre le glissement. Les retenues de la barre anti-encastrement sont moins efficaces que les premières principalement à cause du manque de solidité de la barre anti-encastrement. Ces dispositifs ne peuvent donc pas nécessairement retenir dans le cas d'un départ inopiné mais sont généralement assez résistants pour contrer un glissement. Les cales manuelles sont pour leur part complètement inefficaces contre le départ inopiné et le basculement, les multiples raisons qui expliquent ceci ont été détaillées dans ce rapport. Face au glissement les cales ont cependant un léger impact, principalement dans le cas où les freins seraient défectueux (ou non appliqués) et que les roues de la semi-remorque seraient libres de tourner. Les cales à plaque de retenue et détection de positionnement sont une amélioration des cales manuelles, une cale avec des dents et une plaque avec encoches offre une meilleure résistance que les cales manuelles. De plus, le système de détection de positionnement a un certain effet pour contrer le départ inopiné. La procédure du tracteur attelé implique que le tracteur doit rester attelé à sa semi-remorque durant toute l'opération de transbordement, cette procédure, si elle est correctement appliquée, règle complètement les risques de basculement et de glissement. Les chandelles ont été conçues spécifiquement pour enrayer le problème du basculement et ne peuvent rien contre les deux autres événements dangereux. Elles sont tout simplement un support que l'on place à l'avant de la semi-remorque pour l'empêcher de basculer. La mesure de signalisation est généralement un jeu de lumières qui servent à avertir le cariste et le camionneur de l'état de l'opération de transbordement. Elles n'ont qu'un léger impact sur le départ inopiné, l'étude ayant démontré qu'elles ne sont pas toujours regardées ou qu'elles sont ignorées. L'alarme sonore fonctionne un peu de la même façon, il est cependant plus difficile d'oublier d'entendre l'alarme. De plus elle peut avoir un certain effet contre le

glissement, dans l'éventualité où la semi-remorque glisse avec le chariot à l'intérieur, si l'alarme le détecte elle est capable de rejoindre le cariste contrairement au système de feux de signalisation. La procédure de retenue des clefs existe pour contrer le départ inopiné, en saisissant les clefs du camion, celui-ci ne peut quitter le quai. Bien que très intéressante, la procédure est cependant difficile à mettre en œuvre et requiert un très bon respect des procédures. La procédure de relation entre le poids du chariot et la longueur de la semi-remorque sert à minimiser les paramètres ayant une influence envers le basculement. Finalement la procédure de communication sert à formaliser les échanges entre caristes, camionneur ou gareur et responsable du transbordement. Son but est d'éviter les erreurs de communication pouvant conduire à un départ inopiné.

Il est à noter qu'aucune mesure de retenue n'est parfaite, il subsiste toujours une possibilité d'échec. Cet échec peut provenir d'une défaillance du mécanisme, ou de la non-utilisation de la mesure. La mesure du tracteur attelé par exemple élimine complètement le risque d'un basculement, mais l'application de la mesure elle-même n'est pas assurée. Certaines ont cependant une efficacité supérieure à d'autres, ce qui est considéré dans l'outil d'évaluation.

#### **4.3 L'outil d'évaluation de la sécurité**

L'outil devait servir d'aide aux différents conseillers et aux inspecteurs de la CSST. Il devait aider ces personnes à évaluer la situation aux quais de transbordement et les aider à donner des conseils ou à prendre des décisions. L'outil est constitué de trois parties, soit le questionnaire de caractérisation contextuelle la grille d'évaluation de la sécurité et des mesures et les fiches de mise en œuvre. Chacune de ces parties peut être utile pour les entreprises qui les utilisent. Bien sûr, si l'outil est utilisé dans sa totalité tous les avantages sont combinés.

#### 4.3.1 Le questionnaire

Le questionnaire, s'il est utilisé avec une évaluation de la sécurité<sup>14</sup>, peut servir à faire réaliser à l'établissement ses forces et ses faiblesses. C'est également une façon plus structurée de faire une évaluation de la sécurité; un genre de *check-list* ou un audit. Si les questions sont analysées, il devient possible de repérer une faiblesse qui n'apparaîtrait pas nécessairement aux yeux d'un conseiller qui ferait une inspection sommaire non structurée. Il peut également démontrer qu'il y a un risque et préciser lequel ou lesquels des événements dangereux (départ inopiné, glissement, basculement) peut causer un problème. Cette partie est également une étape de sensibilisation aux événements dangereux, un conseiller pourrait démontrer à l'entreprise, chiffres à l'appui, qu'il y a effectivement un risque.

#### 4.3.2 La grille d'évaluation

La partie sur l'évaluation des mesures de retenue sert principalement à déterminer si une certaine mesure aura un impact. Il a été constaté à quelques reprises que certains établissements avaient acheté une mesure quelconque pour ensuite la laisser tomber pour une raison ou une autre. L'outil tient compte des raisons qui poussent les gens à ignorer une mesure et l'indique en dévaluant la mesure. Il serait donc possible pour l'utilisateur de l'outil de repérer les mesures délaissées pour les supprimer ou les corriger. Il est également possible de constater si la mesure envisagée aura un impact important. Cette partie de l'outil peut donc éviter de faire des achats de systèmes onéreux, certains systèmes peuvent donner l'impression qu'ils sont très efficaces alors qu'ils ne le sont pas plus qu'une mesure bien moins coûteuse. Un effet non négligeable de cette section est également de faire découvrir des nouvelles mesures de retenue. Les cales sont généralement connues des utilisateurs, mais certaines des autres mesures, qui peuvent parfois être très intéressantes, ne sont pas envisagées parce qu'elles ne sont pas connues. En somme, cette section doit conseiller l'utilisateur sur les types de mesures de retenue qui sont les plus intéressants.

---

<sup>14</sup> La première partie de la grille d'évaluation, cette partie peut être utilisée distinctement de la partie d'évaluation de l'efficacité des dispositifs.

#### **4.3.3 Les fiches de mise en oeuvre**

La dernière section, soit les fiches de mise en oeuvre sert à guider l'utilisateur lorsqu'une mesure a été choisie, ou lorsqu'il veut retirer le maximum des mesures déjà présentes. Les fiches ont en fait deux utilités, soit de conseiller sur le choix du modèle à acheter (ou à fabriquer) et d'aider à mettre en place la mesure et les procédures inhérentes à celle-ci. Les fiches pointent sur plusieurs embûches potentielles des mesures et sur les moyens de les éviter. Par exemple, elles conseillent sur quel type de mesures à éviter si une épaisse couche de glace et de neige se retrouve sur la chaussée. Ces fiches seront probablement l'élément le plus consulté de l'outil puisqu'elles donnent toute l'information nécessaire à l'implantation et au bon fonctionnement des différentes mesures de retenue. Elles donnent également un bon aperçu de la procédure à suivre pour maximiser les performances des mesures, ce dernier aspect peut se révéler particulièrement utile pour les établissements qui ont déjà des mesures de retenue en place mais qui n'arrivent pas à la faire fonctionner parfaitement. En résumé, on peut dire que les fiches de mise en oeuvre sont un aide-mémoire ou un résumé sur les mesures qu'il est intéressant de connaître lorsque l'on s'y intéresse.

#### **4.4 Suite au projet et retombées envisagées**

Le résultat ultime de ce projet était de transférer l'outil et les compétences requises aux personnes désignées par le milieu pour évaluer les mesures de retenue et sélectionner celles répondant le mieux aux exigences de sécurité, tout en considérant les particularités du milieu de travail dans lequel ces mesures seront mise en oeuvre. Toutefois, l'outil d'évaluation développée dans le cadre de cette recherche n'a pas été conçu pour une diffusion immédiate. Il devra être adapté et donner lieu à un guide d'évaluation associé à une formation spécifique permettant aux personnes concernées d'utiliser l'outil de façon adéquate. Cette seconde phase devrait normalement être pilotée par les personnes et les organismes qui seront appelés à faire usage de l'outil dans leurs activités professionnelles de prévention. Cette prise en charge par le milieu est importante pour que les connaissances générées au cours de cette recherche puissent être adaptées aux besoins spécifiques des personnes concernées.

La diffusion des connaissances générées au cours de cette recherche permettra vraisemblablement d'orienter le choix des mesures de retenue vers des solutions optimales du point de vue de la sécurité tout en étant réaliste pour l'établissement. On peut également s'attendre à certains impacts au niveau de la conception des dispositifs. En effet, puisque les demandes des évaluateurs seront plus précises, mieux définies et basées sur des informations solides, ceci devrait encourager les fabricants de ces dispositifs à s'ajuster aux nouvelles exigences de leurs clients.

## Bibliographie

- Aheame, John F. (1993). Integrating risk analysis into public policymaking. Environment, Volume 35 Mars 1993. pp. 16-20, 37-39
- ANSI B11.TR3 (2000). Risk Assessment and Risk Reduction - A Guide to Estimate, Evaluate and Reduce Risks Associated with Machine Tools, États-Unis, 2000
- ASME, (2000). Norme B56.1-2000 Safety Standard for High Lift and Low Lift Trucks, American Society of Mechanical Engineers, États-Unis. 2000
- American Trucking Association. (1996). Results of underride guard survey.
- Andres, Robert N. (2002). Risk assessment and reduction : A look at the impact of ANSI B11.TR3. Professional safety, Janvier 2002 pp. 20-26
- Anonyme (2001). Near miss leads to dock safety upgrades. Modern Material Handling, Octobre 2001. pp. 81
- Anonyme (1998). Safety restrains injuries at Docks. Occupational Hazards, Août 1998 pp. 46-47
- Benoit, René. Bélanger, Marcel (1997). Dispositif d'ancrage de camions Recueil d'informations techniques, IRSST, Montréal, Études et Recherche, Rapport R-165. 26 p.
- Beohm, Richard T. (1998). Designing safety into machines. Professional safety, Septembre 1998, pp.20-23.
- Bouliane, P., Dalière, (1986). M., Guide de prevention – Chariots élévateurs, Montréal, Association Sectorielle Transport Entreposage, 1986.
- Brittingham, Michael. (2001). Loading dock. Occupational health and safety, Février 2001. pp. 44-47.
- Clemens P.L. [System safety society] (1997). System Safety Analysis Handbook, 2<sup>ième</sup> édition Tullahoma (mai 1997).
- Dart, Charles (2000). Les outils de la qualité. Site internet:  
<http://chaqual.free.fr/outils/amdec/histoireamdec.html>
- Dennison, Mark S. (1993). On threshold of a compliance deadline : choosing process safety analysis plans. Occupational Health & Safety, Volume 62 numéro 8 Août 1993, pp.38-45.
- EN954 -1 (1997). Safety of Machinery - Safety-related Parts of Control Systems, Comité Européen de Normalisation

- Fearne, Tom (1997). Selecting the right vehicle restraint. Modern material handling, Janvier 1997. pp.61-62.
- Fialkowski, Charles M. (1998). Improving safety in process control. Control engineering, Septembre 1998. pp.81-85.
- Frankel, Ernst (1988). Systems reliability and risk analysis (2<sup>ième</sup> édition). Dordrecht : Kluwer Academic.
- Gauthier, F., Giraud, L., Bourbonnière, R., Bournival, S., Richard, J.-G., Daigle, R., Massé, S. (2004). Développement d'un outil d'évaluation des mesures de retenue des camions aux quais de transbordement. Rapport de projet de L'Institut de Recherche Robert Sauvé en santé et sécurité au travail.
- Gauthier, François & Massé, Serge (1999 A). Développement d'un outil d'évaluation systématique des dispositifs de retenue des camions aux quais de transbordement. IRSST, Protocole de recherche. 1999.
- Gauthier, François. (1999 B). Notes de cours GIA-6027 Sécurité des systèmes et procédés. Trois-Rivières.
- Gauthier, S. (2002 A). Étude sur la force de friction des roues et des béquilles des semi-remorques et Étude sur l'impact de l'inclinaison du site de transbordement sur la résistance au glissement d'une semi-remorque, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Gauthier, S. (2002 B). Étude sur la résistance des barres ICC, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Gordon, Jay (1991). 'Getting religion' on loading dock safety. Distribution, Septembre 1991. pp. 74-86.
- Hall, Stephen K. & Crawford, Cathleen M. (1992). Risk analysis and risk communication, Pollution engineering, Novembre 1992, pp.78-83.
- Holmes, Wayne. (2000). Quantifying risk. Consulting specifying engineer, Mai 2000 pp. 57-60.
- Holzhauser, Ron (1997). Dock safety is not an accident. Plant engineering, Août 1997. pp. 55-56.
- Huanqiu, Wang. Jinzhong, Gao. Fengzhang, Xu. (1998). Dynamic analysis of coherent fault trees, Journal of quality in maintenance engineering, Bradford, Volume 4 numéro 2 pp. 122-123.
- IRSST (1995). Analyse d'accidents graves, Document résumé préparé par les membres de l'équipe de recherche, Avant projet de recherche sur les chariots élévateurs.

- ISO-14121 (1999). Sécurité des machines -- Principes pour l'appréciation du risque, Organisation Internationale de Normalisation
- Jablonowski, Mark. (2000). Why risk analysis fail. Society of Chartered Property and Casualty Underwriters. CPCU Journal, Hiver 2000; Vol. 53, pp. 223-229.
- Jacobson, Robert V. (2000). What is a rational goal for security, Security management, Décembre 2000, pp. 142-144.
- Jopeak, Edward J. (2000). Five steps to risk reduction. Security management, Août 2000, pp. 97-102.
- Kavianian H.R. & Wentz, C.A. & Peters, R.W & Martino, L.E. (1990) Safety systems management for design of hazardous process, Professional safety, Mars 1990. pp. 31-34.
- Ketchpaw, Bruce E. (1988). Changes at the loading dock : safety for the next decade. Professional safety, Décembre 1988. pp. 11-13.
- Lewis, E.E. (1994). Introduction to reliability engineering (2<sup>ième</sup> édition). New York : John Wiley & Sons Inc.
- L.R.Q., chapitre S-2.1. Loi sur la santé et sécurité du travail Québec, Canada, 2005.
- Main, Bruce W. (2000). Risk assessment benchmarks 2000 : Getting started, making progress. Michigan. Design safety engineering inc.
- Main, Bruce W. (1996). Safer by design. Machine design, Septembre 1996, pp. 103-107.
- Mani, George. (1994). Use risk analysis as a safety tool, Hydrocarbon processing, Septembre 1994. pp.87-94.
- Mansdorf, Zack. (1999). Hazard assessments. Occupational Hazards, Septembre 1999 pp. 57-64.
- McCormick, Norman J. (1981). Reliability and risk analysis : methods and nuclear power applications. New York : Academic Press.
- Modarres Mohammad. (1993). What every engineer should know about : Reliability and risk analysis, (1<sup>ère</sup> édition). New York : M.Dekker.
- Morgan, Granger. (1993). Risk analysis and management. Scientific American, Juillet 1993 pp. 32-41.
- Nelson, Kyle. (1999). Dangers at the dock. Occupational health and safety, Mars 1999. pp. 57-62.
- Noor, Iqbal. & Rye, Thomas (2000). Guidelines for successful risk facilitating and analysis. Cost engineering, Avril 2000. pp. 32-37.

- OSHA Preambles – Truck training, IV. Studies of accidents and Injuries Data and Training Effectiveness, part A, Site internet [http://www.osha-slc/Preamble/TT\\_html/TRUCK\\_TRAINING4.html](http://www.osha-slc/Preamble/TT_html/TRUCK_TRAINING4.html) (15 septembre 1999).
- Richardson, Helen. & Schwind, Gene (1998). Equip your operation for safer docks Transportation and distribution, Mars 1998. pp. 70-75.
- Schwind, Gene (1994). Docks, Opening the door to a productive plant. Material Handling Engineering, Novembre 1994, pp. 51-53.
- Schwind, Gene (1994). Are docks really that dangerous? Material Handling Engineering, septembre 1994, pp.20.
- Schwind, Gene (1993). Dock report : Strategies for safety and productivity. Material handling engineering, Novembre 1993, Vol. 48 numéro 11 pp. 47 – 55.
- Schwind, Gene (1991). Is your dock as safe as it can be?. Material handling engineering, Octobre 1991, pp. 48-51.
- Smith, Blake R. (1995). Process hazards analysis. Occupational health and safety, Juin 1995. pp. 33-35.
- Society of Automotive Engineers. SAE J348 Wheel Chock. Juin 1990.
- Sousa, N. (2002). Étude de l'impact de la suspension à air, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail.
- Standard MIL-STD-882D (1999). Department of defence Standard Practice System safety Département de la défense américaine.
- Vargo, John F. (1995). Understanding product liability, Mechanical engineering, pp. 46.

## Annexe A. L'analyse de risque

Il est nécessaire de procéder à des analyses de risque pour déterminer l'impact des différentes mesures sur la sécurité. Comme le mentionne la *System Safety Society*, l'analyse de risque est en grande partie un art, non pas une science exacte, et l'art invite à l'incompétence, il y a donc beaucoup de fautes commises dans le domaine. Pour résoudre ce problème il est impératif d'avoir une démarche structurée.

## 1 Qu'est-ce que l'analyse de risque?

L'analyse de risque est une technique pour identifier, caractériser, quantifier et évaluer les dangers (Modarres, 1993). Grâce aux analyses il est possible de déterminer le meilleur cheminement à suivre pour éliminer ou réduire le risque au maximum avec le moins d'investissement possible. Selon Main (1996) l'analyse est un outil systématique d'identification et d'évaluation des risques et doit aider à prendre des décisions concernant la sécurité.

À cette étape il peut être intéressant de différencier le risque et les dangers. Un danger est une activité ou phénomène qui possède le potentiel de causer des dommages ou d'autres effets indésirables aux personnes ou aux objets. Le risque est une quantification du danger qui rattache la probabilité qu'un danger se réalise avec la gravité des conséquences (Hall, 1992).

L'analyse de risque n'est qu'une étape du «cycle de gestion du risque», ce cycle comprend en fait cinq éléments : planification et direction, l'analyse de risque, la présentation, la décision et l'implantation (Jopeck, 2000).

## 2 Pourquoi procéder à une analyse de risque?

Plusieurs raisons sont emmenées pour justifier une analyse de risque. Premièrement il y a les considérations légales. Lors d'un accident, la loi responsabilise le manufacturier/concepteur s'il a été négligent ou s'il n'a pas réduit le risque au minimum sans rendre le produit inutile ou excessivement cher (Hall, 1992). Vargo (1995) propose aux entreprises d'effectuer des analyses de risques sur leurs produits pour éviter des recours légaux qui peuvent être très dispendieux. McCormick (1981) propose deux autres

raisons : l'obligation morale d'un ingénieur de concevoir des produits le plus sécuritaire possible (tout en respectant certaines contraintes) et pour faire une comparaison des différentes solutions. Par exemple pour faire le choix entre deux technologies différentes qui produisent le même effet. Jacobson, (2000) quant à lui apporte la rentabilité de l'analyse du risque, si les pertes encourues par les accidents sont plus coûteuses que les solutions à ces pertes, l'entreprise fait un profit. De plus, il affirme qu'avec une analyse des risques il est possible d'investir les capitaux beaucoup plus judicieusement en maximisant les capitaux investis.

### 3 Déroulement

Il existe plusieurs façons de conduire une analyse de risque, plusieurs auteurs proposent une démarche, souvent simple pour des analyses sommaires ou pour les gens avec peu d'expérience dans le domaine.

Dans un rapport technique, Main (2000) rapporte les différentes méthodologies utilisées dans plusieurs secteurs de l'industrie, les démarches sont semblables, mais expliquées différemment ou comportant des différences minimales. En somme, il faut identifier les risques, les quantifier puis appliquer des solutions. La méthodologie proposée à la figure 1 réfère à la démarche européenne telle que décrite dans la norme ISO-14121 (1999).

L'établissement des limites est l'étape où sont collectées les données et où sont établies clairement les limites de l'analyse. L'information recueillie sert à alimenter l'analyse, les limites sont utilisées pour éviter que l'analyse ne s'étende trop en longueur et nécessitent plus de ressources que nécessaires.

Gauthier (1999) classe les limites en 7 catégories distinctes. Celles-ci regroupent les informations en fonction de la phase du cycle de vie du système, du ou des moments où il est utilisé, des utilisations potentielles et des personnes entrant en contact avec le système.

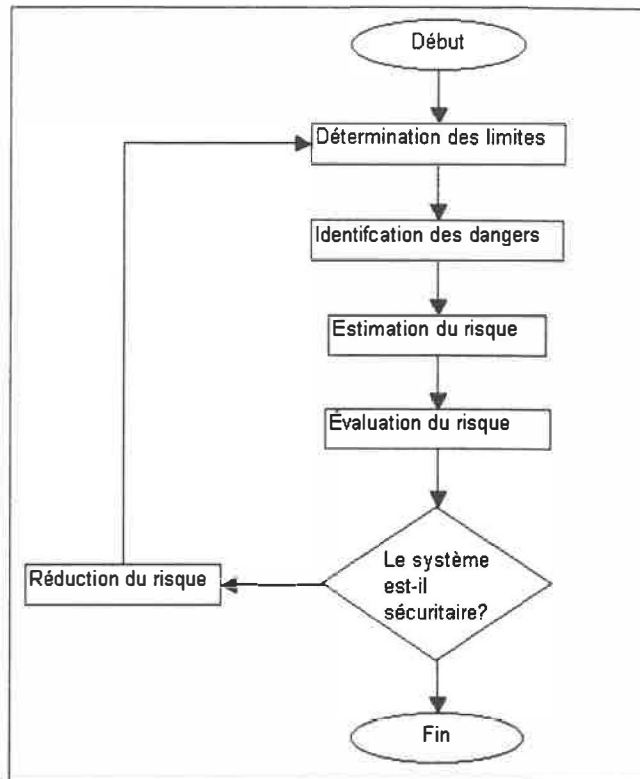


Figure 1. Méthodologie de l'appréciation du risque selon ISO-14121

Vient ensuite l'étape d'identification des dangers, elle sert à faire ressortir tous les scénarios possibles d'accidents, ceux s'étant déjà produit, et aussi les accidents potentiels. Plusieurs méthodes ont été développées pour aider les analystes à discerner le maximum de danger possible, certaines sont décrites plus loin dans ce document. Comme le fait remarquer Andres (2002), cette étape est cruciale pour l'analyse car il est impossible d'estimer le risque sur un danger qui n'a pas été identifié. De plus, il mentionne que l'analyse ne doit pas se limiter au système mécanique, mais doit également analyser les tâches qui doivent y être accomplies. Un point important apporté par Jacobson (2000) est que si un danger identifié est réglementé par la loi il faut apporter les solutions qui sont prescrites tout simplement parce que cela est obligatoire. Dans ce cas particulier les étapes suivantes pourraient être négligées.

L'estimation du risque est l'étape suivante. Il faut analyser chaque danger identifié précédemment, puis en déterminer l'indice de risque. Cet indice est trouvé en combinant la probabilité d'occurrence de chaque accident avec la gravité potentielle de chaque

accident, dans le cas où il y aurait plus d'un danger par système il est possible d'additionner tous les indices de risques pour obtenir un indice total représentatif du système (Mani 1994).

Une méthode standard est celle définie dans la norme militaire MIL-STD-882D. La méthode ne comporte que deux paramètres : la probabilité et la gravité. Le risque étant déterminé en combinant les deux termes.

La probabilité d'occurrence d'un certain événement peut être déterminé en utilisant des statistiques par une analyse rétrospective, ou encore à l'aide d'outils d'analyse (arbre des fautes, arbre des événements etc.). Un point important apporté par Clemens (1997) est que si une probabilité n'est pas rattachée à une période d'exposition elle est sans signification. Un danger qui a une probabilité d'occurrence faible sur une semaine peut avoir une fréquence assez élevée sur une durée de vie de 25 ans. Il est donc nécessaire de déterminer la période d'exposition et d'utiliser ce même laps de temps pour toutes les composantes du système. Le tableau 1 présente la matrice de probabilités suggérée par la norme MIL-STD-882D.

Tableau 1  
Exemple de niveau de probabilités

Description	Niveau	Spécification individuelle	Probabilité	Flotte ou inventaire
Fréquent	A	Probable que ceci se produise souvent dans la vie d'un système	$> 10^{-1}$	Continuellement rencontré
Probable	B	Se produira quelquefois dans la vie du système	$10^{-1}$ à $10^{-2}$	Va se produire fréquemment
Occasionnel	C	Se produira vraisemblablement dans la vie du système	$10^{-2}$ à $10^{-3}$	Va se produire quelquefois
Faible	D	Peu probable, mais possible que l'événement se produise pendant la vie du système	$10^{-3}$ à $10^{-6}$	Peu probable, mais devrait être attendu
Improbable	E	Tellement improbable qu'il peut être assumé que l'événement ne se produira jamais	$< 10^{-6}$	Improbable, mais possible

Quant à la gravité d'un accident, le tableau 2 schématise le modèle suggéré par la norme MIL-STD-882D. Le modèle propose quatre niveaux qui reflètent l'habileté de l'employé à retourner au travail.

**Tableau 2**  
**Exemple de sévérité d'un accident**

<b>Description</b>	<b>Catégorie</b>	<b>Critère</b>
Catastrophique	I	Mort, infirmité totale et permanente, pertes excédant 1M\$
Critique	II	Infirmité partielle, blessure ou maladie nécessitant l'hospitalisation sur au moins 3 personnes, pertes de plus de 200K\$ mais moins de 1M\$
Marginal	III	Blessure ou maladie résultant en une journée de perdue ou plus, pertes de plus de 10K\$, mais moins de 200K\$
Négligeable	IV	Blessure ou maladie ne causant pas de perte de journée de travail, pertes excédant 2K\$, mais moins de 10K\$

Une fois les dangers estimés (selon la gravité et la probabilité) vient l'étape d'évaluation des risques. Ici sont classés les risques, soit par systèmes (indice de risque total<sup>1</sup>), soit par danger (indice de risque spécifique). Il existe plusieurs méthodes de classification, la façon dont ils sont classés (acceptable ou inacceptable) déterminera les actions suivantes. Le but de cette étape est donc de déterminer quels dangers seront traités et lesquels sont jugés négligeables. La norme militaire MIL-STD-882D stipule que la limite acceptable/inacceptable doit être clairement définie par un chiffre au début de l'analyse et signé par les responsables du projet et les superviseurs. Le tableau 3 donne la matrice suggérée pour l'évaluation des risques.

---

<sup>1</sup> L'indice de risque total est trouvé en additionnant les indices de risques de tous les dangers que comporte un système

**Tableau 3**  
**Exemple d'évaluation du risque**

	Catastrophique	Critique	Marginal	Négligeable
Fréquent	Élevé	Élevé	Sérieux	Sérieux
Probable	Élevé	Élevé	Sérieux	Faible
Occasionnel	Élevé	Sérieux	Faible	Faible
Faible	Sérieux	Faible	Faible	Faible
Improbable	Sérieux	Faible	Faible	Faible

Si le risque a été jugé inacceptable ou si la décision a été prise de réduire le risque il faut trouver et évaluer des solutions. Quelques démarches ont été proposées, elles sont décrites en détails plus loin. L'analyse de risque et la réduction du risque est un processus itératif, une fois le risque réduit, les analystes doivent refaire une étude pour vérifier l'efficacité des solutions et déterminer si le risque est maintenant devenu acceptable ou s'il est toujours trop élevé, rendant nécessaire de le diminuer à nouveau. Il faut également porter attention aux différentes solutions, il est possible par exemple qu'une méthode pour réduire le risque sur un système en opération augmente le risque lors de la maintenance (Andres 2002).

#### **4 Les différentes méthodes d'analyse**

Il existe une multitude d'outils pour analyser la sécurité d'un système, identifier les risques, les estimer et les évaluer, certaines méthodes permettent de regrouper toutes ces étapes. La *System Safety Society*, dans la deuxième édition du *System safety analysis handbook* a identifié 101 méthodes d'analyses (Clemens, 1997). Il est possible de classer les méthodes dans trois catégories, soit les analyses rétrospectives, prospectives inductives et prospectives déductives (Gauthier, 1999).

##### **4.1 Rétrospective**

Les analyses rétrospectives se basent sur un historique d'accident ou d'incidents. Le principe consiste à identifier et trouver des solutions à des événements s'étant déjà produits. Ce type d'analyse est limité par la richesse de la base de donnée, une base trop

petite ou mal conçue ne donnera pas de bons résultats. Un autre problème relié aux analyses rétrospective est qu'elles ne peuvent identifier des dangers ne s'étant pas encore manifesté, il est donc nécessaire de les jumeler avec des analyses prospectives.

#### 4.2 Prospective inductive

Dans une méthode prospective, l'analyste doit aller au devant des accidents et les anticiper, pour cela il doit identifier tous les dangers potentiels ainsi que les causes. Il est possible de distinguer deux types d'analyses prospectives, les inductives, et les déductives.

Dans une analyse prospective inductive, l'analyste doit chercher les effets en partant des causes. Il doit se questionner sur ce qui se passe si une pièce brise, quels sont les effets potentiels d'une panne ou autre défaillance. Il existe bien des méthodes qui peuvent être classées dans cette catégorie, celles décrites ici sont parmi les plus populaire et ont été utilisées lors de ce projet.

##### 4.2.1 Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets (AMDE)

Dart (2000) décrit l'AMDE comme étant une technique utilisée principalement lors de la phase de conception des produits et des procédés afin de réduire le risque d'échecs et de documenter les actions entreprises pour la revue d'un processus.

Lors d'une analyse, il faut évaluer chaque composante (celles ayant été identifiées dans les limites) et déterminer leurs modes de défaillances; le mécanisme par lequel on constate la panne. Chaque mode de défaillance est associé à un ou plusieurs effets. Ces informations sont classées dans un tableau, il est possible que d'autres paramètres s'ajoutent à ce tableau, mais les trois énumérées ici forment le cœur de l'analyse.

La méthode est surtout qualitative, bien qu'il soit possible d'obtenir des probabilités et un estimé de la gravité. Dans ce dernier cas, la méthode s'appellera une AMDEC, le C représentant la criticité. Cette analyse ne peut cependant évaluer l'effet de deux ou plusieurs défaillances simultanées. Lewis (1994) estime que la méthode est un très bon

point de départ pour énumérer et comprendre les dangers potentiels, cependant une analyse plus poussée est requise pour avoir plus de détails sur certains éléments identifiés grâce à l'AMDE.

### 4.3 Prospective déductive

À l'inverse des analyses inductives, les déductives cherchent les causes des accidents en tentant d'identifier toutes les causes probables d'un accident.

#### 4.3.1 Arbre des fautes

L'arbre des fautes est un outil d'analyse de la fiabilité et de la sécurité des systèmes étendus et complexes (Huanqiu, 1998). Mani (1994) l'explique comme étant une représentation graphique des relations logiques entre un événement indésirable, appelé l'événement sommet, et les causes primaires de cet événement. L'arbre est construit en identifiant les causes immédiates de l'événement sommet puis en identifiant les causes de ces causes. Il faut continuer ainsi jusqu'à ce que l'analyse détecte des événements de base, c'est-à-dire des événements sur lesquels il est possible d'avoir des données statistiques sur la probabilité de défaillance ou encore un événement que l'analyste ne désire pas évaluer plus loin. Une fois les événements de base identifiés, il est possible de déterminer la probabilité d'occurrence de l'événement sommet en utilisant la logique booléenne.

La profondeur de l'arbre des fautes peut parfois poser problèmes, pour extraire le maximum de l'arbre il faut le développer jusqu'aux causes racines. Cependant il est parfois possible pour l'analyste de développer plus loin, de trouver des causes aux événements déjà quantifiables. Cette démarche peut conduire à un arbre inutilement volumineux, ce qui entraîne des pertes de temps et de ressources. «La masse de l'étude ne confère pas la vertu» (Clemens, 1997).

## 5 Détermination des solutions

Si un risque a été jugé inacceptable il faut le réduire. Il existe une multitude de guides et démarches suggérées pour aider les analystes et ingénieurs à trouver des solutions pour

réduire le risque, celle identifiée par la *System Safety Society* (tableau 4) est souvent reprise ou légèrement modifiée. Cette classification est d'ordre général, contrairement aux documents ANSI B11.TR3 (2000) et EN954 (1997) qui font une distinction entre les mesures pouvant être appliquées par le manufacturier et celles pouvant être utilisées par les évaluateurs (Andres, 2002).

Tableau 4  
Hiérarchie des solutions<sup>2</sup>

Niveau	Moyens de contrôle	Exemple(s)
1	Conception pour éliminer les conditions dangereuses	Éliminer l'entité dangereuse, changer de procédé de fabrication
2	Conception pour réduire le risque	Automatiser un procédé, diminuer la température d'un liquide qui peut éclabousser
3	Concevoir des gardes et autres équipements de sécurité	Barrière de protection, arrêt d'urgence, dispositif de retenue aux quais de transbordement (cale, crochet ...)
4	Concevoir des appareils d'avertissement du danger	Signaux visuels d'avertissement du danger, alarmes sonores
5	Concevoir des procédures (incluant formation et équipement de protection individuel)	Procédure de cadenassage, de travail en espace clos. Casques, gants, masques respiratoires
6	Développer des mesures administratives	Procédures en cas d'absence d'un travailleur, pauses adéquates
7	Décision d'accepter le risque	Document affirmant que le risque est inacceptable mais ne peut être réduit

Cet ordre met l'emphasis sur l'élimination intrinsèque des dangers et minimise la dépendance sur les humains que la *System Safety Society* juge l'élément le moins fiable dans le modèle de sécurité.

1. Conception pour éliminer les conditions dangereuses : Ceci ne peut bien sûr se faire que pendant la phase de conception, d'où l'importance d'utiliser des

<sup>2</sup> Adaptation du *System Safety Society Analysis Handbook*, (Clemens, 1997) certains exemples tirés de : Gauthier (1999 B).

méthodes d'analyses prospectives. La situation dangereuse peut être éliminée soit en supprimant l'élément dangereux ou en modifiant le procédé pour qu'il ne présente pas le danger identifié. Certaines normes proposent des listes d'éléments à considérer pour éliminer le risque directement à la conception. Entre autres le EN954-1 pour la sécurité des machines. Il est plus rentable de concevoir un système sécuritaire plutôt que de rajouter des composantes une fois le produit en opération (Beohm, 1998).

2. Conception pour réduire le risque : Le danger n'est pas éliminé, cependant il est possible de réduire le risque, en réduisant la probabilité d'occurrence (composante en redondance, réduction de la présence humaine, réduction de la gravité d'un accident...)
3. Les gardes et autres systèmes de sécurité, la norme EN954 (1997) classe les dispositifs de protection dans 5 catégories illustrées au tableau 5.
4. Développer des mesures administratives. Des mauvaises mesures administratives peuvent faire augmenter le risque (surcharge de travail, travailleurs non qualifiés pour effectuer une tâche, pauses trop courtes pour permettre au travailleur de se reposer correctement etc.). En les éliminant ou en ajoutant des bonnes mesures, il est possible de créer un contexte de travail plus sécuritaire.
5. Décision d'accepter le risque. Ceci n'est pas vraiment une solution, mais c'est la dernière étape de la démarche lorsque qu'il est impossible de réduire le risque à un niveau acceptable (par manque de technologies, circonstances particulières ou coût prohibitif de la solution).

**Tableau 5**  
**Catégories de dispositifs de protection**

<b>Catégorie</b>	<b>Description</b>
<b>B</b>	Catégorie de base; le système est conçu, construit et assemblé selon les standards et les principes de sécurité de base, l'occurrence d'une faute conduit à la perte de la fonction de sécurité.
<b>1</b>	Résistance accrue aux fautes en utilisant des composantes bien établies (plus grande résistance, meilleure fiabilité) et des principes de sécurité bien établis.
<b>2</b>	Catégorie 1 plus une inspection à un certain intervalle; s'il y a défaillance entre les périodes d'inspection alors la perte de fonction de sécurité peut-être perdue, l'inspection doit être capable de détecter la défaillance.
<b>3</b>	Catégorie 1 et le système arrive à maintenir sa fonction de protection même dans le cas d'une défaillance de n'importe laquelle des pièces qui la compose. Lorsque possible, la défaillance devrait être détectée.
<b>4</b>	Catégorie 1 et le système maintient sa fonction de sécurité même avec une ou plusieurs défaillance. Les défaillances sont toujours détectées avant qu'il y ait perte de la fonction de sécurité.

## 6 Rentabilité de l'analyse de risque

Une analyse de risque peut devenir un élément intéressant pour un établissement pour réduire la fréquence et la gravité des accidents, mais également pour augmenter la rentabilité. En effet, les accidents coûtent cher et parfois les solutions peuvent s'avérer moins dispendieuses que les pertes potentielles. Cependant tout doit être remis sur une longue période, par exemple, un accident qui coûterait à l'entreprise un millions de dollars et qui se produit à une fréquence d'une fois à tous les 20 ans pourrait justifier une solution qui coûte 50 000\$ (Jacobson, 2000).

Jacobson (2000) propose une seconde façon d'entrevoir les solutions, non pas réduire le danger le plus risqué, mais réduire le risque au maximum avec les ressources disponibles. Il faut cependant avoir une bonne précision sur l'indice du risque et un bon estimé du coût des solutions. Il est possible d'obtenir le maximum d'efficacité en investissant principalement dans les solutions qui ont un bon ratio «diminution des pertes et de l'indice de risque / coût». Il est possible qu'à court terme des dangers inacceptables soient encore présent, mais à long terme cette solution serait plus rentable.

## 7 Difficultés anticipées de l'analyse

Certaines difficultés sont à prévoir lors d'une analyse de risque, en les connaissant, il est possible de se préparer mieux ou de les éviter. En voici quelques-unes rapportés par différents auteurs.

Contrairement à la majorité des machines, l'être humain est impondérable, deux personnes dans la même situation n'auront pas nécessairement la même réaction. En prenant des décisions l'humain peut agir de façon constructive ou destructive. Plusieurs facteurs peuvent influencer sa réaction, mais il est très difficile de quantifier la probabilité d'un geste ou d'un autre. Puisqu'il fait souvent partie du système à l'étude, il doit être inclus dans l'analyse (Frankel, 1998).

L'imprécision des chiffres peut être un autre facteur défavorisant l'analyse de risque. Les statistiques pour la fréquence et la gravité ne génèrent pas de résultats précis dans toutes les circonstances. Ceci dû entre autre au manque de données qui permettraient obtenir des statistiques avec un faible écart-type. La direction d'une entreprise peut parfois être réticente à déclencher une analyse de risque qui ne promet pas de résultats précis. L'inverse est aussi vrai, un analyste qui prédit une analyse avec beaucoup de précision peut semer le doute chez la direction (Jablonowski, 2000).

Les coûts élevés de certaines solutions sont difficiles à faire accepter, surtout lorsqu'il s'agit de dangers à très faibles probabilités. Par exemple la protection contre les incendies peut paraître très onéreuse en certaines occasions, il est alors avantageux de bien définir les pertes potentielles pour justifier leur coût (Holmes, 2000).

Communiquer le risque et combattre la mauvaise perception peut être un problème majeur selon Ahearne (1993). Les gens ont de la difficulté à accepter le classement de certains risques (entre autres à cause de l'opinion publique). L'analyste doit donc être prêt à défendre les chiffres qu'il apporte.

## **Annexe B. Résultats de l'enquête postale**

## 1. LES RÉPONDANTS

Personne de l'entreprise responsable de compléter ce sondage:

Nom : \_\_\_\_\_

Fonction et/ou responsabilité : \_\_\_\_\_

Téléphone : (\_\_\_\_) \_\_\_\_-\_\_\_\_ poste \_\_\_\_\_

Autres personnes ayant été consultées pour compléter ce questionnaire (une même personne peut être associée à plus d'une de ces catégories) :

- ☐ Cariste ou opérateur de chariot ☐ Contremaître réception et/ou expédition  
☐ Camionneur ☐ Représentant SST des travailleurs  
☐ shunter  
☐ Personnel de maintenance (préciser) \_\_\_\_\_  
☐ Gestionnaire (préciser) : \_\_\_\_\_  
☐ Autre (préciser) : \_\_\_\_\_

## 2. L'ÉTABLISSEMENT

### 2.1 Description générale :

2.1.1 Nom de l'entreprise : Un total de 41 entreprises ont répondues au sondage

2.1.2 Adresse : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2.1.3 Nombre moyen annuel d'employés dans cet établissement:

☐ 0 1 à 10 ☐ 1 1 à 49 ☐ 0 50 à 74 ☐ 16 75 à 249 ☐ 13 250 à 499 ☐ 11 500 et plus

2.1.4 Nombre de caristes affectés aux différentes zones de transbordement :

☐ 0 1 à 2 ☐ 4 3 à 5 ☐ 7 6 à 10 ☐ 6 11 à 20 ☐ 14 21 et plus

2.1.5 Quelle est la capacité nominale des chariots élévateurs généralement utilisés pour le transbordement des camions et/ou remorques? (cocher la ou les cases correspondantes) :

☐ 3 1000 à 3000 lbs ☐ 7 3000 à 5000 lbs ☐ 7 5000 à 10000 lbs ☐ 7 10 à 15000 lbs ☐ 7 plus de 15000 lbs

### 2.2 Nombre de quais de transbordement :

2.2.1 Intérieurs (avec hangar pour la remorque ou le camion) : ☐ 90

2.2.2 Extérieurs (sans hangar): ☐ 406

### 2.3 Dans quelle proportion approximative est-ce que le sol de la cour où sont situés les quais de transbordement est :

2.3.1 Incliné vers le quai ?

☐ 5 Plus de 90% ☐ 0 Plus de 75% ☐ 3 Plus de 50% ☐ 3 Plus de 25% ☐ 15 Moins de 25%

2.3.2 Incliné vers la cour ?

☐ 2 Plus de 90% ☐ 1 Plus de 75% ☐ 0 Plus de 50% ☐ 1 Plus de 25% ☐ 17 Moins de 25%

2.3.3 Plat ?

☐ 22 Plus de 90% ☐ 5 Plus de 75% ☐ 2 Plus de 50% ☐ 2 Plus de 25% ☐ 4 Moins de 25%

## 2.4 Trafic aux quais :

2.4.1 Le déplacement des camions et/ou remorques à vos quais de transbordement est-il généralement fait par un gareur (*shunter*) ?

☒ 22 Oui  
☐ 20 Non

2.4.2 Quel est le nombre moyen de camions et/ou de remorques qui se présentent à l'ensemble des quais de transbordement de cet établissement à chaque jour (période de 24 heures) ?

☐ 1 Moins de 5    ☒ 6 5 à 10    ☒ 14 11 à 25    ☒ 16 26 à 50    ☐ 4 plus de 51

2.4.3 Dans un quart de travail, cet acheminement est généralement :

☒ 26 Assez uniformément réparti sur tout le quart    ☒ 11 Par bourrées    ☐ 1 Surtout concentré dans une période relativement courte

2.5 Quelle proportion approximative des camions et/ou des remorques qui se présentent à vos quais de transbordement :

2.5.1 ont une configuration permettant l'utilisation d'un dispositif de retenue de la barre ICC ?

☐ 2 - de 25%    ☐ 0 25 à 50%    ☒ 6 50 à 75%    ☒ 8 75 à 90%    ☒ 20 + de 90%    ☐ 4 Ne sais pas

2.5.2 ont une barre anti-encastrement (barre ICC) en mauvais état (brisée, tordue ou déformée, corrosion importante, etc..)

☒ 31 - de 25%    ☐ 1 25 à 50%    ☐ 0 50 à 75%    ☐ 0 75 à 90%    ☐ 0 + de 90%    ☒ 6 Ne sais pas

2.6 Quelle proportion approximative des remorques qui se présentent à vos quais de transbordement :

2.6.1 sont transbordées alors que le tracteur y est toujours attaché?

☒ 19 - de 25%    ☐ 3 25 à 50%    ☒ 6 50 à 75%    ☒ 2 75 à 90%    ☒ 11 + de 90%    ☐ 0 Ne sais pas

2.7 Utilisez-vous le cadenassage des boyaux d'air du système de freinage des remorques comme mesure de sécurité?

☒ 2 Oui  
☐ Non

2.7.1 Si oui, dans quelle proportion des cas est-ce que cette mesure est réellement appliquée ?

☐ 1 Plus de 95%    ☐ 0 Plus de 90%    ☐ 0 Plus de 75%    ☐ 1 Plus de 50%    ☐ 0 Moins de 50%

2.8 Utilisez-vous le contrôle des clefs (conserver en sa possession les clefs du camion jusqu'à la fin des activités de transbordement) comme mesure de sécurité ?

☒ 2 Oui  
☐ Non

2.8.1 Si oui, dans quelle proportion des cas est-ce que cette mesure est réellement appliquée ?

☒ 2 Plus de 95%    ☒ 0 Plus de 90%    ☐ 0 Plus de 75%    ☐ 0 Plus de 50%    ☐ 0 Moins de 50%

### 3. LES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ AUX QAIS DE TRANSBORDEMENT UTILISÉS DANS CET ÉTABLISSEMENT

Dispositifs de sécurité utilisés aux quais de transbordement dans cet établissement (voir descriptions à la fin du questionnaire)	Nombre de quais équipés	Âge moyen	Ces dispositifs sont-ils associés à un système de signalisation (système de lumières)?				Proportion des cas où ce dispositif est réellement utilisé				
			Tous	La majorité	Quelques-uns	Aucun	- de 50%	50 - 75%	75 - 90%	90 - 95%	+ de 95%
<input type="checkbox"/> Cales de roues à positionnement manuel Marque : _____ Modèle : _____	<div>104</div> 25 usines	7.5 ans	1	1	0	15	3	1	2	0	7
<input type="checkbox"/> Cales de roues positionnement manuel reliées à un bras articulé Marque : _____ Modèle : _____	<div>22</div> 4 usines	3 ans	3	0	0	0	0	0	0	0	3
<input type="checkbox"/> Dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC) Marque : _____ Modèle : _____	<div>298</div> 36 usines	4.6 ans	24	2	0	2	1	1	3	2	22
<input type="checkbox"/> Autres dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC) Marque : _____ Modèle : _____		__ ans	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Dispositif de retenue à cale de roue à positionnement mécanique Marque : _____ Modèle : _____	Aucun__	__ ans	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Système de signalisation seul (système de lumière) Marque : _____ Modèle : _____		__ ans	S/O	S/O	S/O	S/O	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Autre dispositif (préciser): _____ _____ Marque : _____ Modèle : _____		__ ans	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 4. LES SITUATIONS RENCONTRÉES<sup>1</sup>

Selon l'expérience des personnes affectées aux quais de transbordement, à quelle fréquence approximative les situations suivantes ont-elles été rencontrées dans cet établissement? (cocher les cases correspondantes).

Cette situation est rencontrée en moyenne :		à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	à tous les 2 ou 3 ans	à tous les 5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
Note : Un même événement peut se répercuter dans plusieurs de ces situations									

4.1 Le système de signalisation <u>intérieur</u> :									<input type="checkbox"/>
4.1.1 n'indiquait pas au cariste que le dispositif était en position (ampoule brûlée, etc..).	0	2	5	6	4	1	13	1	
4.1.2 n'indiquait pas au cariste que le dispositif n'était <u>pas</u> en position (ampoule brûlée, etc..).	0	2	5	4	4	1	14	1	
4.1.3 indiquait que le dispositif était en position alors qu'il ne l'était pas.	0	1	5	1	0	0	24	0	
4.1.4 indiquait que le dispositif n'était pas en position alors qu'il l'était.	0	1	5	1	0	0	24	0	
4.1.5 indiquait que le dispositif était en position. Toutefois, le pont de liaison n'était pas encore en place.	4	0	2	4	0	1	13	6	
4.1.6 Des objets ont été placés sur le quai de façon telle qu'ils empêchaient le cariste de voir les indicateurs du système de signalisation intérieur.	0	1	0	4	0	1	13	6	

4.2 Le système de signalisation <u>extérieur</u> :									<input type="checkbox"/>
4.2.1 n'indiquait pas au camionneur que le dispositif n'était pas en position (ampoule brûlée, etc..).	0	1	5	8	4	1	11	0	
4.2.2 n'indiquait pas au camionneur que le dispositif était en position (ampoule brûlée, etc..).	0	1	5	8	5	1	10	0	
4.2.3 indiquait que le dispositif n'était pas en position alors qu'il l'était.	0	0	4	4	0	0	23	0	
4.2.4 indiquait que le dispositif était en position alors qu'il ne l'était pas.	0	0	5	4	0	0	23	0	

4.3 Le système d' <u>alarmes auditives</u> :									<input type="checkbox"/>
4.3.1 n'est pas entendu.	0	0	0	0	0	0	8		
4.3.2 n'indiquait pas que la remorque s'éloignait du quai.	0	0	0	0	0	0	4	4	
4.3.3 indiquait que la remorque s'éloignait du quai alors qu'elle restait en place.	0	0	0	0	0	0	4	4	

<sup>1</sup> Certaines sections peuvent ne pas s'appliquer à cet établissement. Pour les sections 5.1 à 5.5, remplir uniquement les sections qui correspondent aux dispositifs existants dans cet établissement.

Cette situation est rencontrée en moyenne :	à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	à tous les 2 ou 3 ans	À tous les 5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
---	------------------	-----------------------	-----------------	----------------	-----------------------	--------------------------	--------	-------------------

#### 4.4 Les cales de roues à positionnement manuel ☐

La cale n'a pas été mise en place :

4.4.1 parce que les conditions environnementales (pluie, neige, grand froid, etc..) rendait cela difficile ou impossible.	1	3	2	4	0	1	5	
4.4.2 en raison de la courte durée de l'intervention de transbordement.	2	4	2	1	0	1	6	
4.4.3 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du cariste.	2	4	2	1	0	1	3	
4.4.4 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du camionneur.	2	4	4	2	0	0	4	
4.4.5 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du <i>shunter</i> .	2	0	0	1	0	0	6	9
4.4.6 parce qu'il n'y avait pas assez d'espace pour circuler entre les deux camions ou remorques.	1	0	0	0	0	0	8	8
4.4.7 parce qu'il n'y avait pas de cale disponible sur place	0	1	2	2	0	1	9	
4.4.8 parce que la cale disponible était brisée	0	1	1	4	1	1	11	

La cale a été positionnée ailleurs que sur une des roues arrière du camion ou de la remorque :

4.4.9 parce qu'il n'y avait pas assez d'espace pour circuler entre les deux camions ou remorques.	0	0	1	0	0	0	12	5
4.4.10 pour une autre raison.	0	0	0	0	0	0	11	

La cale a été retirée par erreur avant la fin des activités de transbordement :

4.4.11 par le camionneur.	0	0	0	2	1	0	10	2
4.4.12 par le <i>shunter</i> .	0	0	0	1	0	0	9	5
4.4.13 par une autre personne.	0	0	0	1	0	0	10	

#### 4.5 Les cales de roues à positionnement manuel reliées à un bras articulé ☐

La cale reliée à un bras articulé n'a pas été mise en place :

4.5.1 parce que les conditions environnementales (pluie, neige, grand froid, etc..) rendait cela difficile ou impossible.	0	1	0	0	0	0	2	
4.5.2 en raison de la courte durée de l'intervention de transbordement.	0	0	0	0	0	0	3	
4.5.3 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du cariste.	0	0	0	0	0	0	2	1
4.5.4 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du camionneur.	0	0	1	0	0	0	2	
4.5.5 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du <i>shunter</i> :	0	0	0	0	0	0	2	1

La cale reliée à un bras articulé a été retirée par erreur avant la fin des activités de transbordement :

4.5.6 par le camionneur.	0	0	0	0	1	0	2	
4.5.7 par le <i>shunter</i> .	0	0	0	0	0	0	2	1
4.5.8 par une autre personne.	0	0	0	0	0	0	3	

Cette situation est rencontrée en moyenne :	à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	à tous les 2 ou 3 ans	À tous les 5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
---	------------------	-----------------------	-----------------	----------------	-----------------------	--------------------------	--------	-------------------

<b>4.6 Les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC) à positionnement manuel ou mécanique (automatique)</b>								<input type="checkbox"/>
Le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement n'a pas été activé :								
4.6.1 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du cariste.	1	4	4	5	3	1	13	1
4.6.2 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du camionneur.	0	3	2	1	1	0	13	12
4.6.3 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du <i>shunter</i> .	0	0	1	0	0	0	12	19
4.6.4 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part d'une autre personne.	0	3	0	3	0	0	13	13
4.6.5 en raison d'un problème technique associé au dispositif ou à son système de commande (bris ou mauvais fonctionnement).	0	2	6	6	5	2	10	1
4.6.6 en raison d'une incompatibilité entre celui-ci et le camion ou la remorque.	2	4	7	5	1	3	8	2
Le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement a été désactivé par erreur avant la fin des activités de transbordement :								
4.6.7 par le camionneur.	0	0	2	1	1	0	17	8
4.6.8 par le <i>shunter</i> .	0	1	0	0	0	1	13	14
4.6.9 par une autre personne.	0	1	0	1	1	0	20	6

<b>4.7 Les dispositifs de retenue à cale de roue à positionnement mécanique (automatique)</b>								<input type="checkbox"/>
Le dispositif de retenue à cale de roue à positionnement mécanique n'a pas été activé :								
4.7.1 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du cariste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.2 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du camionneur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.3 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part du <i>shunter</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.4 en raison d'un oubli ou d'une négligence de la part d'une autre personne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.5 en raison d'un problème technique associé au dispositif ou à son système de commande (bris ou mauvais fonctionnement).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.6 en raison d'une incompatibilité entre celui-ci et le camion ou la remorque.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le dispositif de retenue à cale de roue à positionnement mécanique a été désactivé par erreur avant la fin des activités de transbordement :								
4.7.7 par le camionneur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.8 par le <i>shunter</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7.9 par une autre personne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cette situation est rencontrée en moyenne :	à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	à tous les 2 ou 3 ans	à tous les 5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
---	------------------	-----------------------	-----------------	----------------	-----------------------	--------------------------	--------	-------------------

<b>4.8 Le camionneur</b>									<input type="checkbox"/>
Le camionneur a tenté de quitter ou a quitté le quai avec le camion ou la remorque avant la fin des opérations de transbordement :									
4.8.1 parce qu'il n'avait pas remarqué que le système de signalisation indiquait que le dispositif était en position.	0	0	5	2	3	5	14	4	
4.8.2 parce qu'il n'avait pas tenu compte du système de signalisation qui indiquait que le dispositif était en position.	0	0	5	3	2	2	16	3	
4.8.3 parce qu'une personne lui avait donné le OK par erreur.	0	0	4	3	1	2	20	3	
4.8.4 parce qu'il n'a pas attendu le OK du cariste ou d'une autre personne responsable.	0	0	2	6	0	1	20	4	
4.8.5 parce qu'il croyait avoir reçu le OK du cariste ou d'une autre personne responsable (erreur de communication).	0	0	2	1	2	1	21	5	
4.8.6 parce que le cadenassage des boyaux d'air du système de freinage des remorques devait être appliqué mais ne l'a pas été.					1		1		
4.8.7 malgré le fait que les boyaux d'air du système de freinage avait été cadenassés.							2		
4.8.8 parce que le contrôle des clefs devait être appliqué mais ne l'a pas été.					1		1		
4.8.9 malgré le fait que le contrôle des clefs a été appliqué.				1	1				

<b>4.9 Le shunter</b>									<input type="checkbox"/>
Le shunter a tenté de quitter ou a quitté le quai avec le camion ou la remorque avant la fin des opérations de transbordement :									
4.9.1 parce qu'il n'avait pas remarqué que le système de signalisation indiquait que le dispositif était en position.	0	1	1	1	2	3	10	0	
4.9.2 parce qu'il n'avait pas tenu compte du système de signalisation qui indiquait que le dispositif était en position.	0	0	1	1	1	1	12	1	
4.9.3 parce qu'une personne lui avait donné le OK par erreur.	0	1	1	1	1	1	11	2	
4.9.4 parce qu'il n'a pas attendu le OK du cariste ou d'une autre personne responsable.	0	1	0	2	0	0	11	4	
4.9.5 parce qu'il croyait avoir reçu le OK du cariste ou d'une autre personne responsable (erreur de communication).	0	1	0	2	1	0	10	4	
4.9.6 parce que le cadenassage des boyaux d'air du système de freinage des remorques devait être appliqué mais ne l'a pas été.									
4.9.7 malgré le fait que les boyaux d'air du système avait été cadenassés.									
4.9.8 parce que le contrôle des clefs devait être appliqué mais ne l'a pas été.									
4.9.9 malgré le fait que le contrôle des clefs a été appliqué.									

Cette situation est rencontrée en moyenne :	à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	à tous les 2 ou 3 ans	à tous les 5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
---	------------------	-----------------------	-----------------	----------------	-----------------------	--------------------------	--------	-------------------

<b>4.10 Le cariste</b>								
4.10.1 Le cariste n'a pas remarqué que le pont de liaison n'était pas en place et s'est introduit dans le camion ou la remorque.	1	3	5	5	3	7	17	1
Le cariste s'est introduit dans le camion ou la remorque sans que le dispositif de sécurité ne soit présent car :								
4.10.2 il n'a pas remarqué que le système de signalisation indiquait que le dispositif n'était pas en position.	0	0	5	3	1	1	22	3
4.10.3 il croyait que le dispositif était en place.	0	1	5	4	1	3	21	1
4.10.4 le travail pressait et il n'a pas eu le temps d'utiliser le dispositif.	1	0	3	2	2	1	26	1
4.10.5 le dispositif n'était pas compatible avec le camion ou la remorque.	2	2	5	4	3	1	15	4
4.10.6 le dispositif ou son système de commande ne fonctionnait pas.	0	0	7	1	6	1	16	4

<b>4.11 Autres événements spécifiques</b>								
4.11.1 Un camion ou une remorque a quitté le quai avec le chariot élévateur à l'intérieur.	0	0	0	0	3	7	29	0
4.11.2 Un chariot élévateur est tombé entre le quai et le camion (ex. : roues avant seulement) après qu'un camion ou une remorque s'en soit éloigné ou ait glissé pendant le transbordement.	0	0	0	2	4	8	24	1
4.11.3 Un chariot élévateur est tombé complètement du quai après qu'un camion ou une remorque s'en soit éloigné ou ait glissé pendant le transbordement.	0	0	0	0	0	3	34	0
4.11.4 Suite à une erreur de manœuvre, un chariot élévateur est tombé d'un quai où il n'y avait pas de camion ou de remorque.	0	0	0	0	0	2	36	1
4.11.5 Le camion ou la remorque s'est éloignée du quai en raison d'un glissement de la cale.	1	2	2	1	3	5	17	6
4.11.6 Les béquilles de la remorque se sont affaissées et celle-ci a basculé vers l'avant.	0	0	0	1	2	9	25	2
4.11.7 La remorque a basculé vers l'avant en raison du poids du chariot et/ou de la charge.	0	0	0	0	1	4	32	1
4.11.8 La remorque a presque basculé vers l'avant en raison du poids du chariot et/ou de la charge mais a été retenue par le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC).	0	0	0	3	0	1	30	5

Cette situation est rencontrée en moyenne :	à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	à tous les 2 ou 3 ans	à tous les 5 ans ou plus	Jamais	Ne s'applique pas
---	------------------	-----------------------	-----------------	----------------	-----------------------	--------------------------	--------	-------------------

<b>Le camionneur ou le <i>shunter</i> a tenté de quitter le quai avec un camion ou une remorque et...</b>								
4.11.9 le dispositif de retenue utilisé l'en a empêché.	0	2	5	5	7	4	11	2
4.11.10 la barre anti-encastrement (barre ICC) du camion ou de la remorque a été déformée et/ou arrachée de façon telle que le camion ou la remorque a pu quitter le quai.	0	0	1	5	3	4	16	7
4.11.11 le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC) était activé mais a été abîmé ou s'est décroché et n'a pas permis de retenir le camion ou la remorque.	0	0	1	1	0	3	25	6
4.11.12 le dispositif de cale de roue à positionnement mécanique était activé mais n'a pas permis de retenir le camion ou la remorque.								
4.11.13 la cale de roue à positionnement manuel était en position mais n'a pas permis de retenir le camion ou la remorque.	0	1	1	1	2	2	11	18

4.11.14 Les événements décrits à la section 5 étaient-ils consignés par écrits (plainte formelle, rapport d'incident, etc..)

☐ La plupart du temps
 ☐ Quelquefois
 ☐ Rarement
 ☐ Jamais

4.11.15 D'autres événements qui n'ont pas été mentionnés dans les questions précédentes se sont-ils produits dans cet établissement? Si oui expliquer et indiquer la fréquence à laquelle ces événements ont été observés.

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5. LES PRINCIPAUX MODES DE DÉFAILLANCE DES DISPOSITIFS DE SÉCURITÉ AUX QUAIS DE TRANSBORDEMENT<sup>2</sup>

Selon l'expérience des personnes affectées aux quais de chargement, à quelle fréquence approximative les situations suivantes ont-elles été rencontrées dans cet établissement? (cocher les cases correspondantes).

Cette situation est rencontrée en moyenne :		à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	Souvent en hiver	Parfois en hiver	Jamais	Ne s'applique pas
<b>5.1</b>	<b>Les cales de roues à positionnement manuel</b>								<input type="checkbox"/>
5.1.1	La cale était inopérante en raison de l'état du sol (glace, neige).	0	2	2	3	3	3	4	
5.1.2	La cale était coincée et/ou difficile à enlever après l'opération de transbordement.	0	2	3	2	0	3	4	
5.1.3	La cale n'avait pas été positionnée correctement (trop en avant des roues, à angle, mal alignée, etc..).	0	1	3	2	1	0	7	
<b>5.2</b>	<b>Les cales de roues à positionnement manuel reliées à un bras articulé</b>								<input type="checkbox"/>
5.2.1	Le dispositif a été rendu inopérant par l'eau, la glace, la neige ou de la basse température.	0	0	0	0	1	0	2	
5.2.2	La cale était coincée et/ou difficile à enlever après l'opération de transbordement.	0	0	0	0	0	0	1	
5.2.3	La cale n'avait pas été positionnée correctement.	0	0	0	0	0	0	1	
Le dispositif a été abîmé par :									
5.2.4	un camion ou une remorque qui a tenté de quitter le quai.	0	0	1	0	0	0	2	
5.2.5	un camion ou une remorque qui reculait vers le quai.	0	0	0	0	0	0	2	1
5.2.6	l'équipement de déneigement.	0	0	0	0	1	0	2	
Le dispositif fonctionnait mal :									
5.2.7	car un de ses éléments était désajusté (élément mécanique, capteur « sensor », etc..).	0	0	1	1	0	0	1	
5.2.8	car un de ses éléments était défaillant.	0	0	1	1	0	0	1	

<sup>2</sup> Certaines sections peuvent ne pas s'appliquer à cet établissement. Pour les sections 6.1 à 6.5, remplir uniquement les sections qui correspondent aux dispositifs existants dans cet établissement.

Cette situation est rencontrée en moyenne :		à tous les jours	à toutes les semaines	à tous les mois	à tous les ans	Souvent en hiver	Parfois en hiver	Jamais	Ne s'applique pas
<b>5.3</b>	<b>Les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement (barre ICC) à positionnement manuel ou mécanique (automatique)</b>								<input type="checkbox"/>
5.3.1	Le dispositif n'a pu s'accrocher en raison de l'accumulation de neige ou de glace sous les roues du camion ou de la remorque.	0	1	2	2	2	3	18	1
5.3.2	Le dispositif a été rendu inopérant par l'eau, la glace, la neige ou de la basse température.	0	3	1	1	2	3	17	1
Le dispositif a été abîmé par :									
5.3.3	un camion ou une remorque qui a tenté de quitter le quai.	0	0	0	6	0	0	21	1
5.3.4	un camion ou une remorque qui reculait vers le quai.	0	0	0.5	3.5	1	0	20	1
5.3.5	l'équipement de déneigement.	0	1	1	4	1	6	15	1
Le dispositif est fonctionnait mal :									
5.3.6	car un de ses éléments était désajusté (élément mécanique, capteur « sensor », etc..).	0	0	6	10	0	0	10	0
5.3.7	car un de ses éléments était défaillant.	0	0	4.5	14.5	0	0	10	0
<b>5.4</b>	<b>Les dispositifs de retenue à cale de roue à positionnement mécanique (automatique)</b>								<input type="checkbox"/>
5.4.1	Le dispositif a été rendu inopérant par l'eau, la glace, la neige ou de la basse température.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le dispositif a été abîmé par :									
5.4.2	un camion ou une remorque a tenté de quitter le quai.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.3	un camion ou une remorque qui reculait vers le quai.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.4	l'équipement de déneigement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le dispositif est fonctionnait mal :		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.5	car un de ses éléments était désajusté (élément mécanique, capteur « sensor », etc..).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.6	car un de ses éléments était défaillant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5.5</b>	<b>Les systèmes de signalisation</b>								<input type="checkbox"/>
5.5.1	Un des indicateurs (lumière) du système de signalisation <u>intérieur</u> ne fonctionnait plus.	0	2	6	8	0	0	12	1
5.5.2	Un des indicateurs (lumière) du système de signalisation <u>extérieur</u> ne fonctionnait plus.	0	2	5	6	0	0	10	
5.5.3	L'alarme auditive ne fonctionnait plus.	0	0	0	0	0	0	5	

## Annexe C. Arbre des fautes

## TABLE DES MATIÈRES

1	Événement sommet : l'accident.....	110
2	Basculement .....	112
3	Affaissement des béquilles.....	113
4	Basculement latéral.....	113
5	Départ inopiné.....	114
6	Glissement pur .....	116
7	Avancement de la semi-remorque .....	117
8	Rampage de la semi-remorque .....	118
9	Dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement.....	119
10	Dispositifs de retenue des roues automatiques .....	126
11	Cales manuelles.....	128
12	Cales à détection de positionnement et plaque de retenue .....	130
13	Tracteur attelé .....	131
14	Chandelles sous la semi-remorque .....	133
15	Signalisation visuelle .....	135
16	Alarme sonore.....	137
17	Procédure de relation poids chariot – longueur semi-remorque.....	139
18	Procédure de communication avec camionneur ou gareur .....	140
19	Retenue des clefs .....	141
20	Cadenassage des boyaux d'air du système de freins .....	142

Cette annexe présente le résultat complet de l'analyse des risques sous la forme d'un arbre des fautes global. Cet arbre global est en fait composé de 19 arbres plus petits, chacun développant un concept différent. Ce sont ces derniers qui seront décrits dans cette annexe. L'arbre global présenté ici est une version réduite.

En plus des différentes composantes retrouvées normalement dans un arbre des fautes (ET, OU, Losange, Cercle, Triangle). Un autre symbole a été ajouté à la liste des symboles standards soit l'élément « amplificateur » (un rectangle aux coins arrondis). Celui-ci désigne un événement qui est ni nécessaire, ni suffisant pour obtenir l'événement au-dessus de lui, mais qui peut influencer les probabilités d'obtention de ce dernier. Par exemple, l'inclinaison de la cour n'est ni nécessaire ni suffisante pour qu'il y ait glissement d'une semi-remorque, mais les probabilités de glissement sont nettement supérieures si la cour est inclinée vers l'extérieur.

### 1 Événement sommet : l'accident

L'accident se produit lorsque le chariot tombe en bas du quai ou lorsque la semi-remorque bascule lorsque le chariot se trouve à l'intérieur. La chute du chariot requiert deux événements, soit un avancement de la semi-remorque et la présence du chariot (figure 1). Le scénario où un chariot tombe en bas d'un quai vide (où il ne devait pas aller par exemple en reculant pour changer de sens) n'est pas traité dans cette étude. Sept événements dangereux pouvant entraîner l'accident sont présentés, soit le basculement, l'affaissement des béquilles, le basculement latéral, le départ inopiné, le glissement pur, le roulement de la semi-remorque (les roues tournent et ne glissent pas) et le rampage de la semi-remorque.

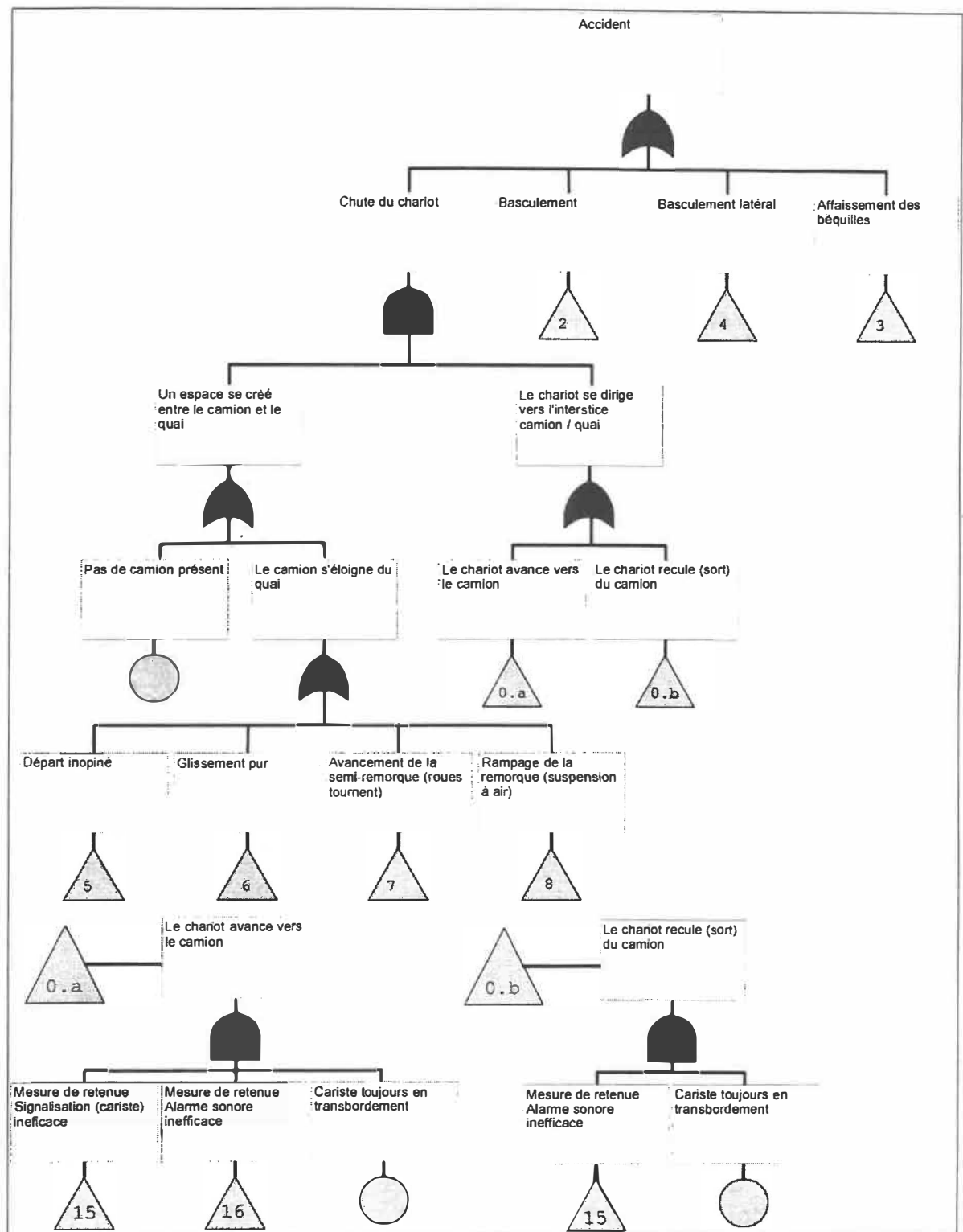


Figure 1. Sommet de l'arbre

## 2 Basculement

On parle de basculement de la semi-remorque lorsque celle-ci pivote autour de ses béquilles. Cet événement se produit lorsque le centre de gravité combiné du chariot élévateur, des marchandises et de la semi-remorque se retrouve à l'avant des béquilles. À noter que lorsque le chariot freine brusquement à l'intérieur de la semi-remorque, la force générée pourrait également entraîner un basculement même si le centre de gravité n'est pas à l'avant des béquilles.

Souvent, un début de basculement se transforme en affaissement des béquilles. Bien que le problème apparaisse alors comme étant la faiblesse des béquilles, il est fort probable qu'il s'agisse d'un début de basculement. Les béquilles n'étant pas conçues pour supporter en flexion le poids total de la semi-remorque, il est possible qu'elles cèdent lors d'un début de basculement. Le problème n'est alors pas la faiblesse des béquilles, mais le basculement de la semi-remorque.

La figure 2 schématise l'arbre du basculement. Comme on le constate, quatre facteurs influencent la probabilité d'un basculement, soit la vitesse du chariot, la masse du chariot, l'inclinaison de la cour et la longueur de la semi-remorque. Quelques mesures de retenue peuvent cependant empêcher le basculement ou du moins en diminuer les probabilités. Ces mesures sont : la chandelle, la procédure de relation poids chariot – longueur semi-remorque, la présence du tracteur et certains modèles de dispositif de retenue de la barre anti-encastrement. En effet, seuls les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement possédant un recouvrement de la barre anti-encastrement peuvent empêcher le basculement et leur efficacité peut être limitée selon les modèles. À noter qu'aucun dispositif de signalisation ne peut aider à prévenir le basculement.

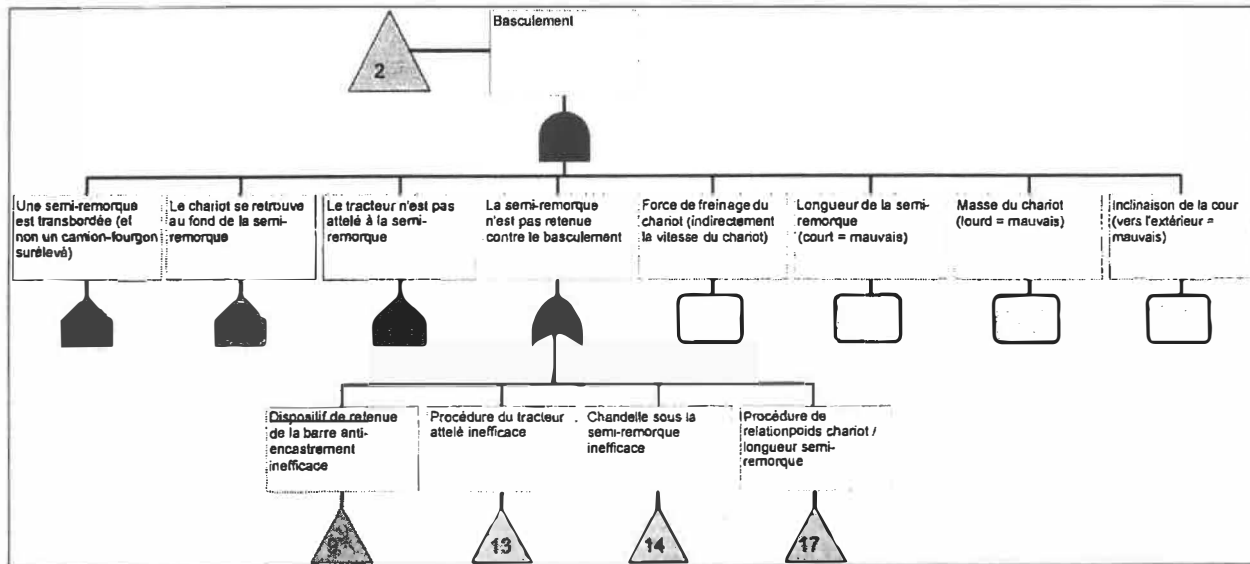


Figure 2. Basculement

### 3 Affaissement des béquilles

L'affaissement des béquilles se produit lorsque la force appliquée sur les béquilles est supérieure à ce qu'elles peuvent supporter. Deux facteurs peuvent être la cause d'un affaissement soit les forces générées lors d'un glissement et les forces générées lors d'un basculement. Les deux sont semblables mais peuvent s'expliquer différemment. L'avancement des roues (glissement ou roulement) est à l'origine de l'affaissement dû au glissement. Comme les béquilles ne glissent pas comme les roues, elles subissent tout l'effort de glissement, ce qui induit une force de flexion trop grande pour certaines béquilles. Il est de même pour l'affaissement dû au basculement, sauf que dans ce cas les roues ne glissent pas mais s'élèvent (début de basculement). Des efforts de flexion importants se retrouvent donc au point de fixation des béquilles. L'arbre de l'affaissement de la figure 3 fait référence aux méthodes de retenues sans les distinguer, les mesures efficaces contre cet événement dangereux dépendent de la nature des forces s'appliquant sur les béquilles.

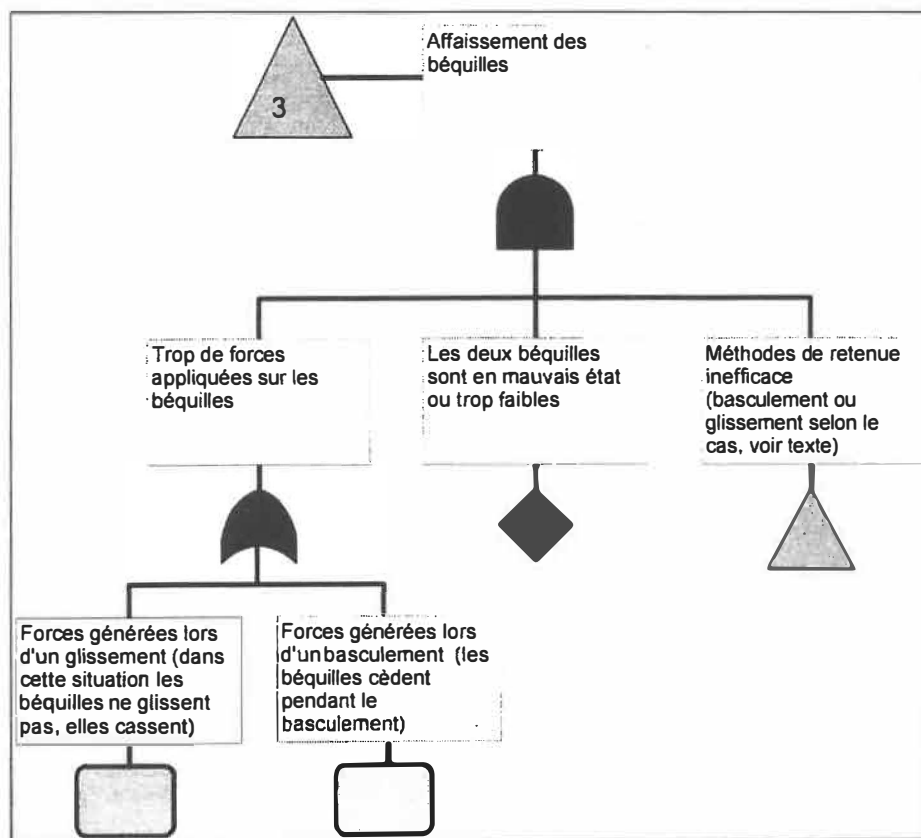


Figure 3. Affaissement des béquilles

### 4 Basculement latéral

La situation de basculement latéral (figure 4) est identique à l'événement dangereux d'affaissement des béquilles à l'exception qu'une seule des deux béquilles cède. La semi-remorque, supportée uniquement par trois points, peut basculer de côté.

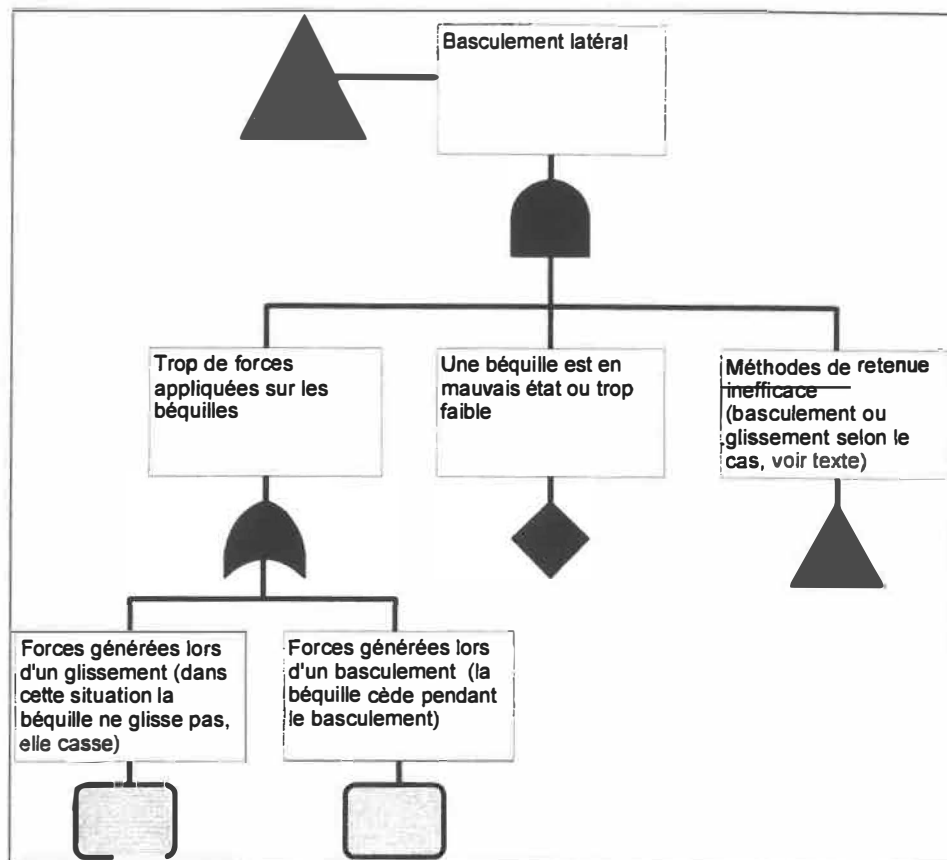


Figure 4. Basculement latéral

## 5 Départ inopiné

La figure 5 schématise les causes pouvant être à la source d'un départ inopiné. Lorsque le camionneur quitte le quai alors qu'il ne le devrait pas, il s'est produit au moins une erreur humaine. Un dispositif de retenue peut intervenir à cette étape pour bloquer la propagation de l'erreur, ce détail est traité plus loin. Un autre dispositif pouvant éviter au camionneur de commettre une erreur est le système de signalisation. S'il est fonctionnel, le camionneur peut réaliser qu'il ne doit pas partir, mais ceci implique qu'il doit premièrement regarder l'indicateur lumineux (ou autre dispositif de signalisation) puis en tenir compte. L'efficacité du système de signalisation est traitée plus loin. Quant au camionneur qui ignore ou ne regarde pas la signalisation, la négligence ou l'erreur sont alors les deux causes possibles. Une défaillance à répétition du système de signalisation peut cependant porter un camionneur habitué à cette situation à ignorer un signal de non départ.

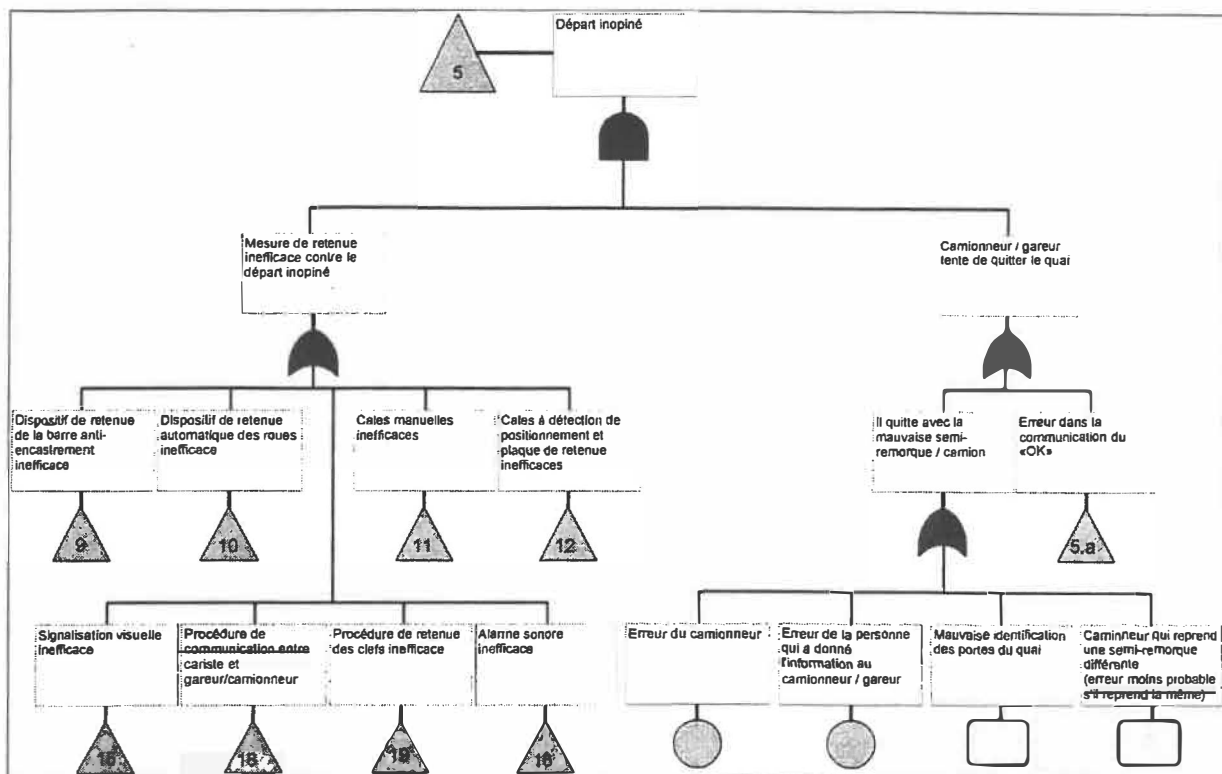


Figure 5. Départ inopiné

### 5.1 Erreur dans la communication du signal de départ (« OK »)

Un point important à noter à l'arbre présenté à la figure 6 est le nombre de facteurs contributifs pouvant influencer la probabilité d'une erreur de communication. Le facteur principal pouvant nuire à la bonne démarche du transbordement est bien sûr la confusion et le chaos. Ceci peut très facilement rendre les communications très difficiles et les procédures formelles (si elles existent) risquent de ne pas être appliquées avec rigueur si le chaos règne au quai. Il est donc facile de constater que le facteur humain a un rôle très important à jouer pour ce qui est du départ inopiné.

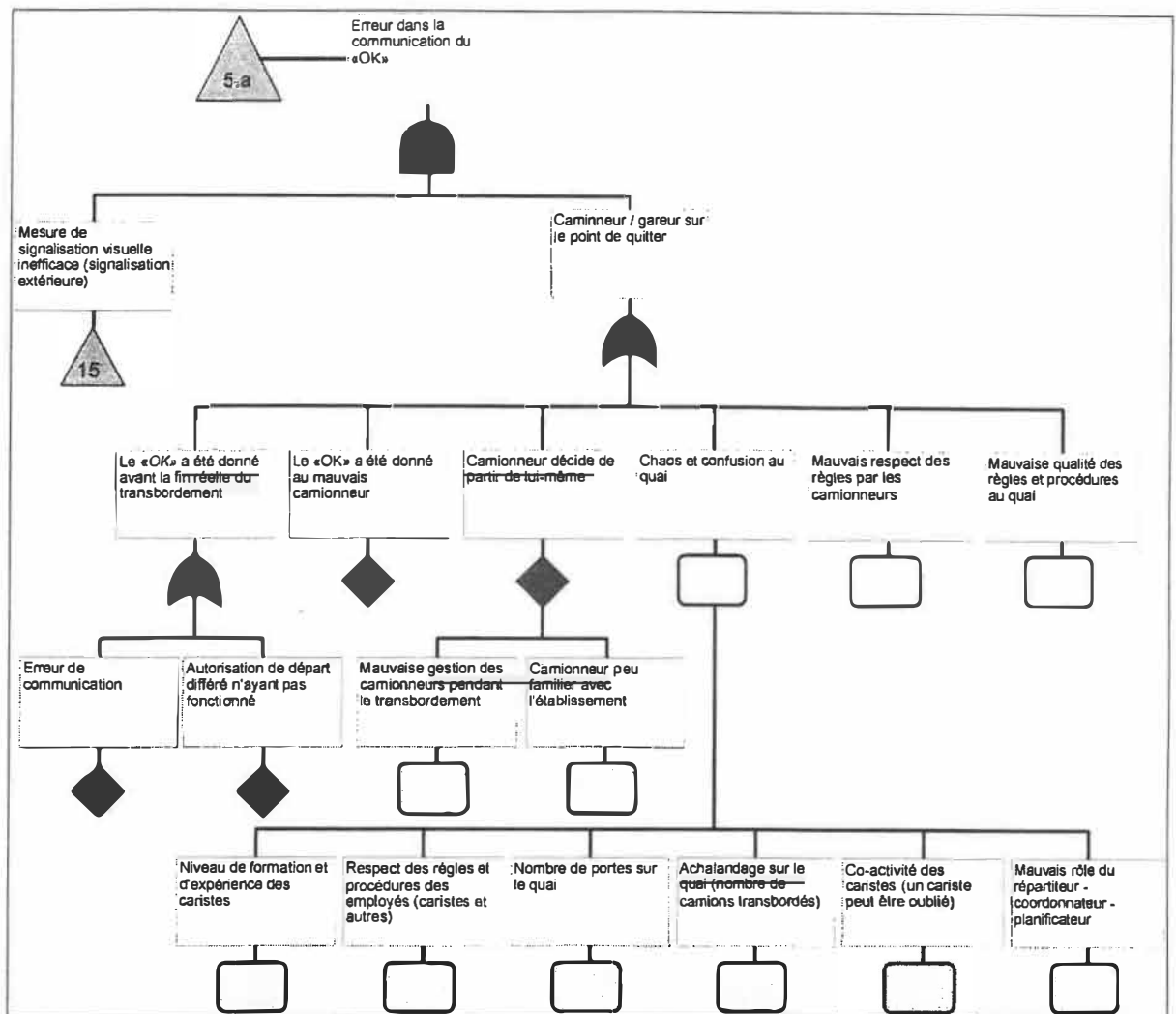


Figure 6. Départ inopiné : erreur dans la communication du signal de départ

## 6 Glissement pur

Le glissement se produit lorsque l'inertie du chariot élévateur est retransmise à la semi-remorque lors freinage et que cette force excède la force de friction maximale entre la chaussée et les roues et les béquilles. Bien sur, si un dispositif de retenue est présent, celui-ci peut retenir la semi-remorque. Ce facteur est évalué plus en détail dans les sections suivantes.

La figure 7 présente l'arbre des fautes du glissement. Plusieurs facteurs ont une influence sur le glissement. Le poids du chariot a une influence non négligeable sur la probabilité de glissement, bien que cette influence soit moindre que pour les autres paramètres. La pente de la cour est un autre facteur pouvant augmenter sensiblement la probabilité de glissement. La vitesse du chariot, ou plus exactement la force avec laquelle le cariste

freine a un impact majeur. Enfin, l'état de la chaussée a l'impact le plus important : une chaussée glacée est très à risque alors qu'une chaussée asphaltée propre et sèche ne pose généralement pas de problème.

Il a été évalué que le glissement ne se produisait généralement que si le tracteur n'était pas attelé sur la semi-remorque, celui-ci offrant une force de friction suffisante pour empêcher pratiquement tout glissement. De plus, pour qu'il y ait glissement, les freins de la semi-remorque doivent être serrés, sinon la situation est celle d'avancement de la semi-remorque, dont il sera question à la prochaine section.

Le «*ski slope*» est un terme désignant une augmentation de la force induite par le chariot lorsque celui-ci descend dans la semi-remorque. Lorsque le chariot descend brusquement entre le niveau de l'entrepôt et le niveau de la semi-remorque, l'impact produit une force qui peut contribuer à faire glisser la semi-remorque.

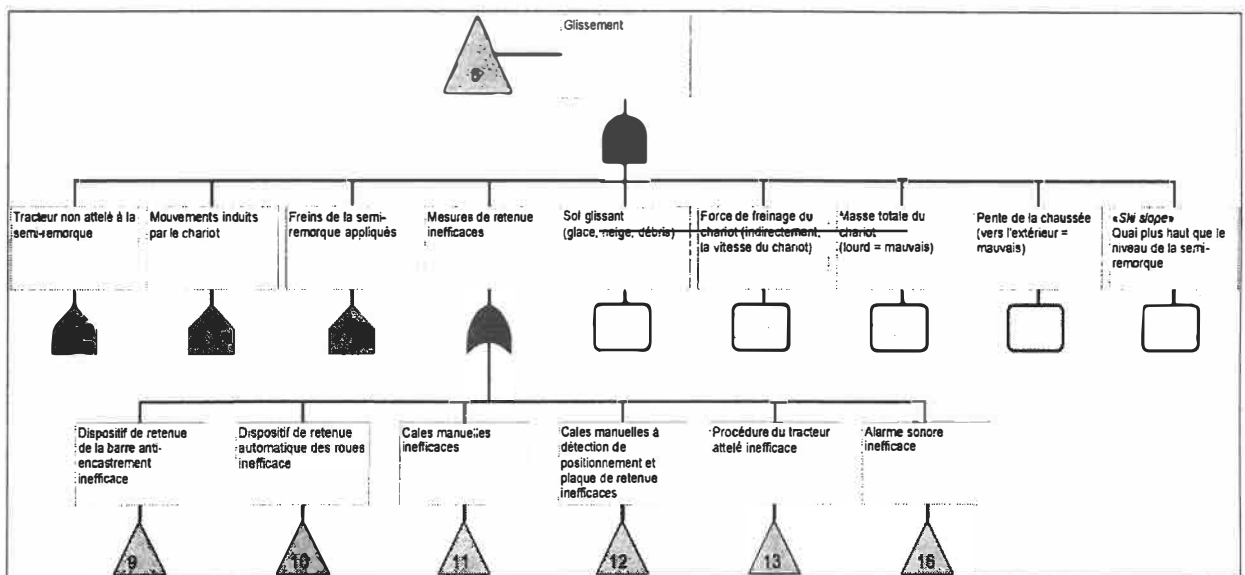


Figure 7. Glissement

## 7 Avancement de la semi-remorque

La situation d'avancement de la semi-remorque (figure 8) se produit lorsque les mêmes conditions que le glissement sont présentes, mais qu'au lieu de glisser, les roues de la semi-remorque tournent. Cette situation se produit lorsque les freins de la semi-remorque n'ont pas été serrés, ou bien lorsqu'il y a défaillance des freins ou du système hydraulique de freinage. Les facteurs influençant le glissement s'appliquent au risque d'avancement de façon similaire sauf pour l'état de la chaussée, qui perd son importance.

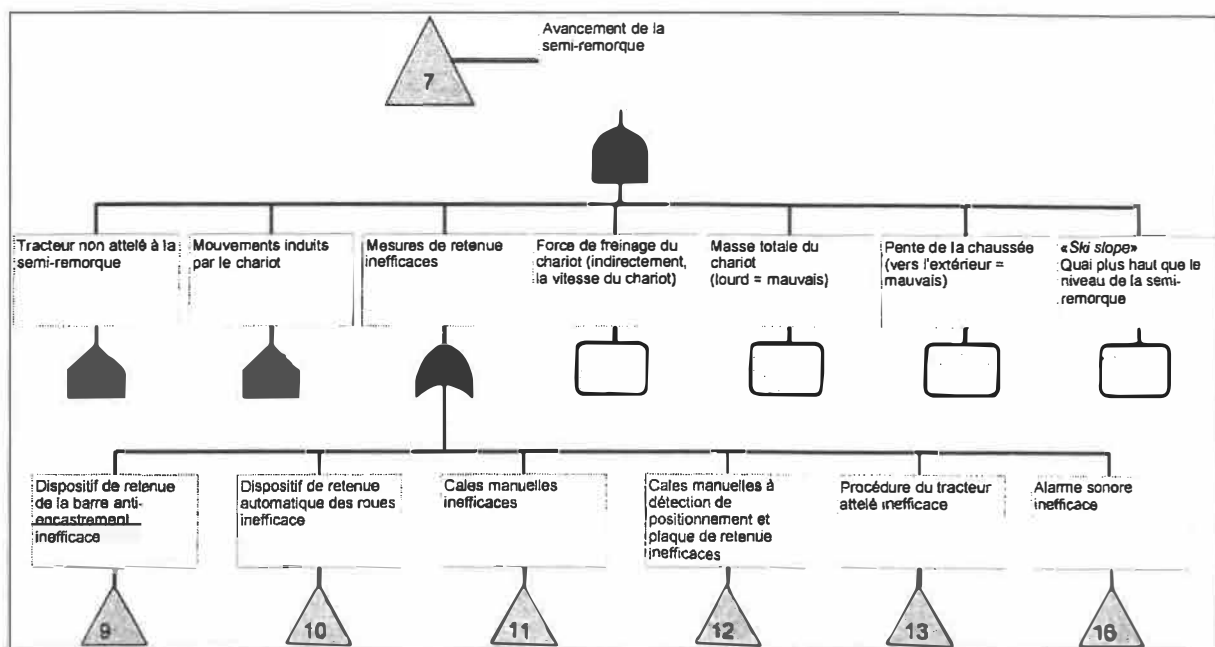


Figure 8. Avancement de la semi-remorque

## 8 Rampage de la semi-remorque

Le rampage (aussi connu sous le nom de *jog* en anglais, glissement furtif ou avancement par à coups) se produit lorsque les semi-remorques sont équipées d'un système de suspension à air. Il peut y avoir effectivement un risque d'avancement de la semi-remorque si la suspension à air a toujours la capacité d'osciller sous une charge. L'arbre des fautes qui décrit cet événement est illustré à la figure 9. Les facteurs contribuant à amplifier le problème sont semblables à ceux du glissement, soit la charge du chariot et de sa marchandise, la nature et l'état de la chaussée et l'inclinaison de la cour. La vitesse n'influence pas ce type d'événement car la force causant le glissement n'est pas générée par l'énergie cinétique du chariot, mais bien par l'énergie élastique de la suspension. La longueur de la semi-remorque influence aussi sensiblement : si la semi-remorque est courte et que le chariot s'avance au fond, la charge sur les pneus de la semi-remorque est beaucoup plus faible, rendant le glissement plus facile.

Les mesures ayant un effet contre ce type de situation sont les mêmes que pour le glissement pur, soit les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, les dispositifs automatiques de retenue des roues et les cales de roues à plaque de retenue.

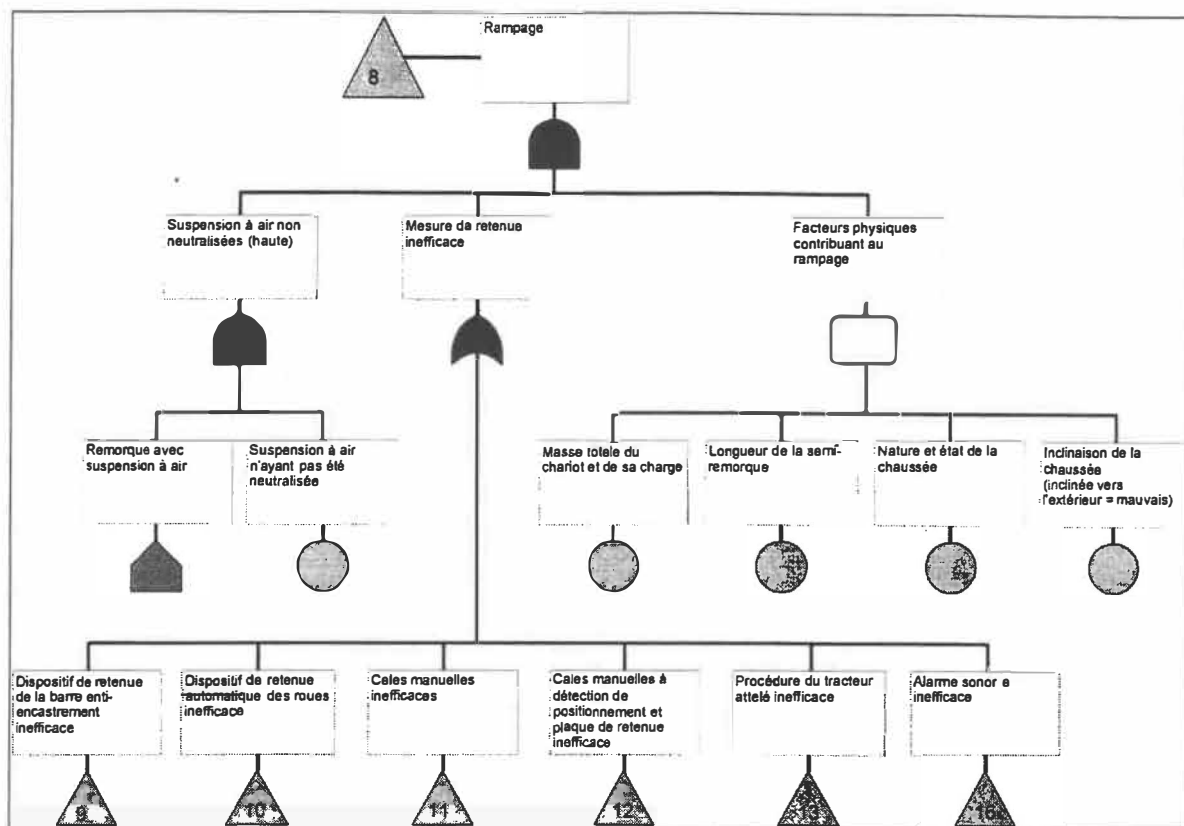


Figure 9. Rampage de la semi-remorque

## 9 Dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement

La défaillance d'un élément du dispositif de retenue de la barre anti-encastrement se retrouve à plusieurs endroits dans l'arbre (figure 10). Toutefois, certains paramètres physiques liés à l'installation ou à l'environnement de travail ont un impact beaucoup plus prononcé, entre autres la glace qui coince les mouvements, la résistance du béton et des ancrages qui retiennent le dispositif en place ou la configuration des semi-remorques se présentant au quai.

Plusieurs facteurs peuvent également court-circuiter cette mesure de retenue, particulièrement la barre anti-encastrement, si par exemple celle-ci elle est absente ou si sa résistance mécanique est trop faible pour supporter la charge d'un départ inopiné. L'erreur humaine est également un événement suffisant pour rendre le dispositif inefficace, par exemple si l'opérateur ne positionne pas le dispositif ou si quelqu'un le désactive avant la fin du transbordement.

Un des facteurs les plus fréquents à avoir entraîné la défaillance d'un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement est la défaillance de la barre elle-même. Il arrive en effet parfois que celle-ci cède lors d'un départ inopiné. Un autre problème qui n'apparaît pas sur cet arbre (mais qui est visible sur l'arbre global) est le fait que si une barre anti-encastrement est déformée au point où elle ne peut plus être accrochée, le système de

signalisation peut détecter sa présence et envoyer le signal d'une situation sécuritaire alors que ce n'est pas le cas. Les barres peuvent en effet être déformées après une collision du camion, après avoir été retenue par un dispositif ou autre. Une autre situation se présente lorsque le dispositif de retenue détecte son propre positionnement et non la présence de la semi-remorque ou de la barre anti-encastrément. Le système de signalisation peut alors envoyer le message que la situation est sécuritaire même si la semi-remorque n'a pas de barre anti-encastrément : le crochet peut être bien positionné, mais qu'il n'y a pas de barre anti-encastrément à accrocher.

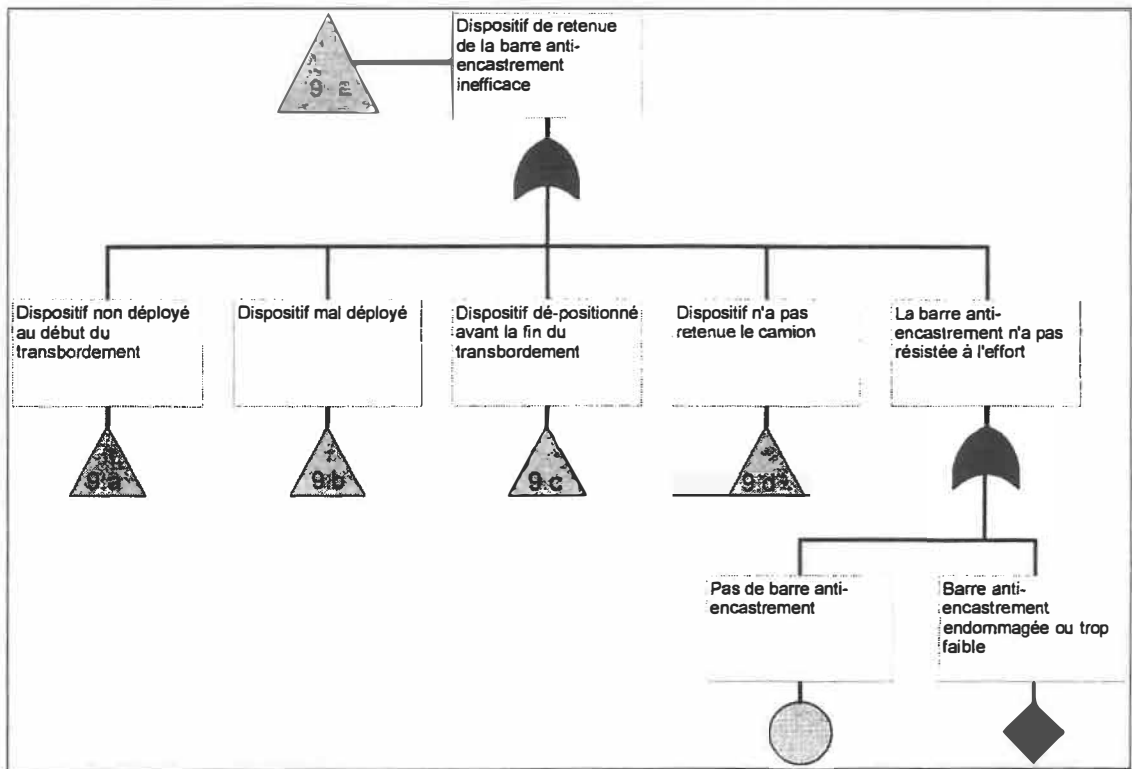


Figure 10. Mesure: dispositif de retenue de la barre anti-encastrément

L'arbre de la figure 11 représente une partie de l'arbre de la mesure de retenue, soit lorsque le dispositif n'est pas déployé au début.

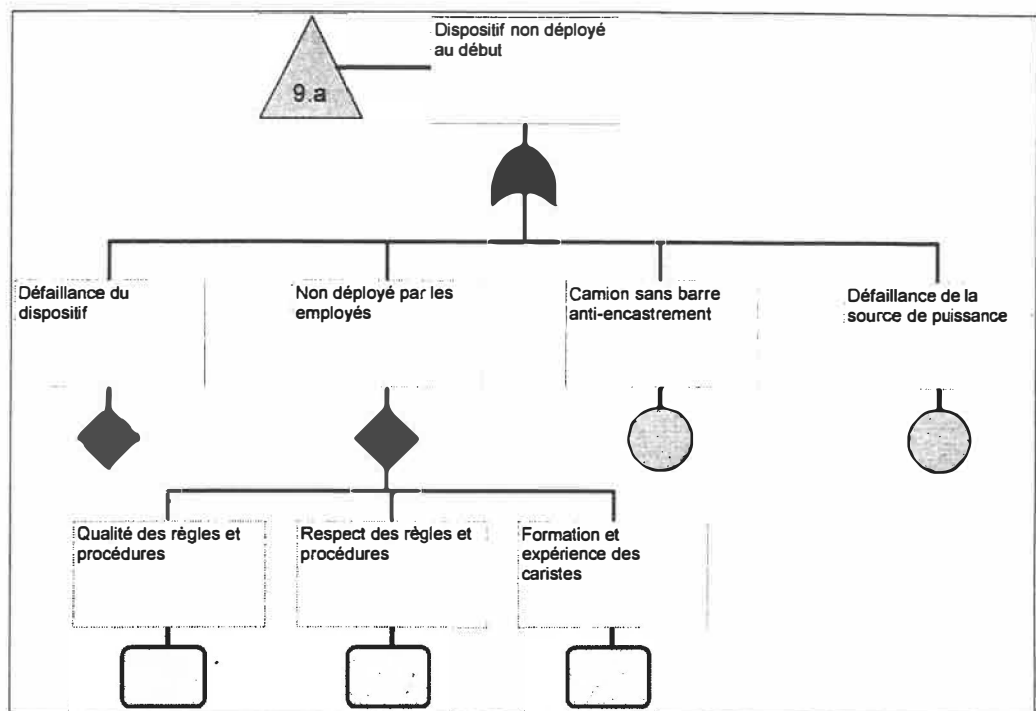


Figure 11. Mesure: dispositif de retenue de la barre anti-encastrement, non déployé

Lorsque le dispositif ne s'est pas déployé correctement (figure 12), il peut tout de même envoyer le message au contrôleur qu'il est bien déployé. Cette situation devient particulièrement dangereuse car la signalisation qui généralement vient de pair avec le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement reflète un mauvais état du dispositif. Un blocage mécanique peut souvent être causé par de la glace qui fige le mécanisme en place ou un manque de lubrification dû à une maintenance inappropriée. Il est également possible que le dispositif soit déployé sans toutefois s'accrocher à la barre. Les capteurs peuvent détecter autre chose que la barre anti-encastrement (un morceau de glace, un débris ou une pièce sous le camion) et arrêter prématurément le positionnement du crochet.

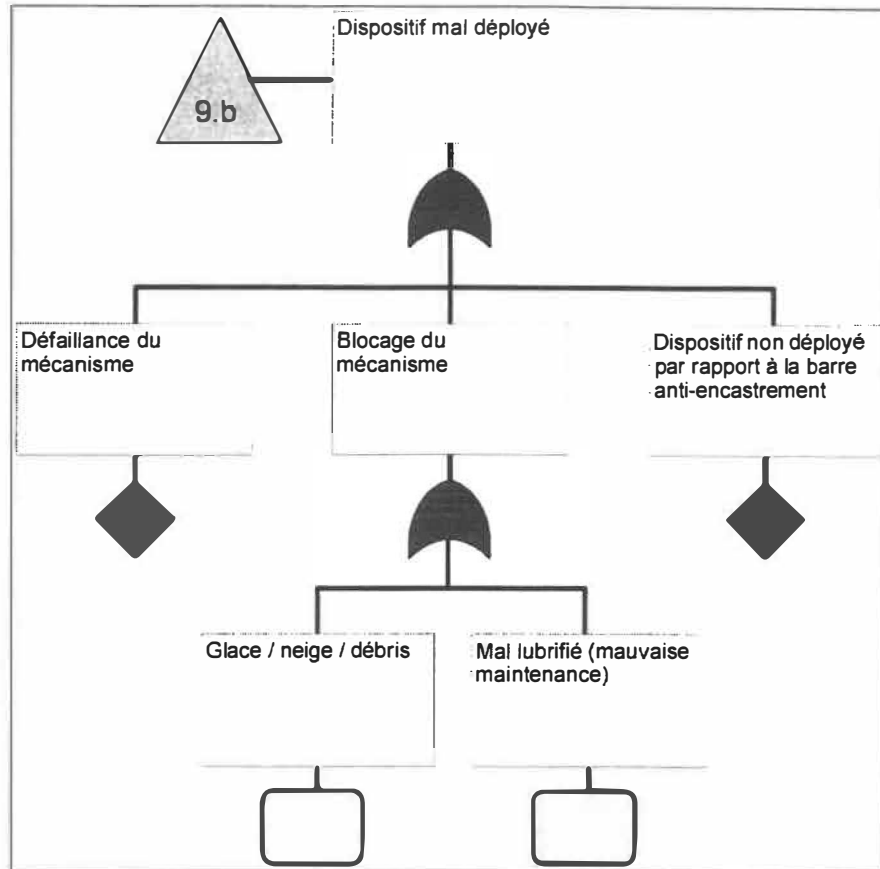


Figure 12. Mesure: dispositif de retenue de la barre anti-encastrement, mal déployé

Le dispositif peut également devenir inefficace s'il se désengage pendant l'opération de transbordement (figure 13). La défaillance du système est assez rare comparée aux autres causes. Du côté des erreurs humaines, les caristes peuvent désengager le dispositif avant la fin soit par erreur, soit volontairement. L'erreur peut avoir comme causes les mêmes que pour la communication erronée du OK du départ du camion. Les cas étant très différents entre chaque établissement, il est impossible de cibler les raisons avec précision mais il est possible de repérer certains facteurs contributifs. Du côté du camionneur, celui-ci peut également désengager le dispositif. Les scénarios pouvant expliquer ce phénomène sont multiples et ici encore certains facteurs contributifs peuvent être communs à la plupart de ces scénarios.

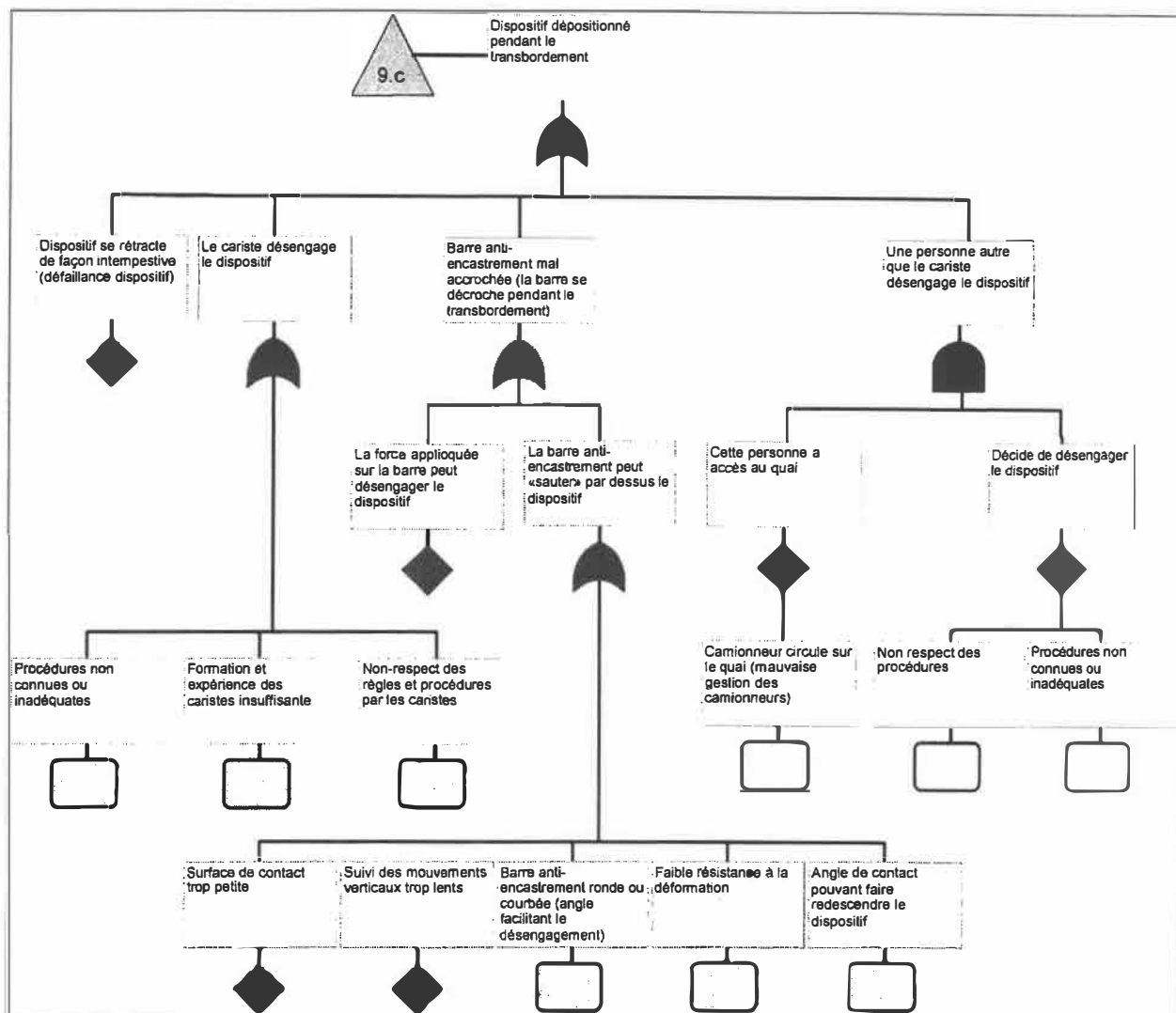


Figure 13. Mesure: dispositif de retenue de la barre anti-encastrement, dé positionné pendant l'opération

Un autre événement pouvant être à la source du dépositionnement du dispositif est un décrochage de la barre anti-encastrement. Il y a alors deux possibilités, soit que la barre «sauter» par-dessus le dispositif, soit que la barre fait se rétracter le dispositif. Ce dernier cas est plutôt rare et ne peut se produire que sur certains modèles et dans des conditions particulières. Le cas du saut de la barre anti-encastrement est cependant plus fréquent. Les événements s'enchaînent comme suit: le chariot élévateur entre dans la semi-remorque et écrase la suspension. La semi-remorque (et donc la barre anti-encastrement) descend donc de quelques centimètres si la suspension n'est pas neutralisée. Certains dispositifs suivent ces mouvements verticaux de la barre anti-encastrement, ceux-ci descendent donc avec la barre. Il y a ensuite deux possibilités. Dans la première, le dispositif descend avec la barre (figure 14b), mais une fois que la barre a terminé sa descente l'inertie du dispositif fait qu'il descend encore un peu (figure

14c). S'il descend de plus que la hauteur de contact de la barre anti-encastrément, il est possible que celle-ci passe par-dessus le dispositif. Dans la deuxième, comme le montre la figure 15, le dispositif descend et s'arrête avec la barre anti-encastrément, mais lorsque celle-ci remonte, le dispositif n'est pas assez rapide et la barre anti-encastrément peut s'éloigner du crochet. Une fois de plus, si cet éloignement est plus grand que la hauteur de contact, il y a une forte probabilité que la barre anti-encastrément avance au-dessus du crochet. Outre un défaut de conception, une mauvaise maintenance (lubrification) ou un bris peuvent être à la source de ces événements.

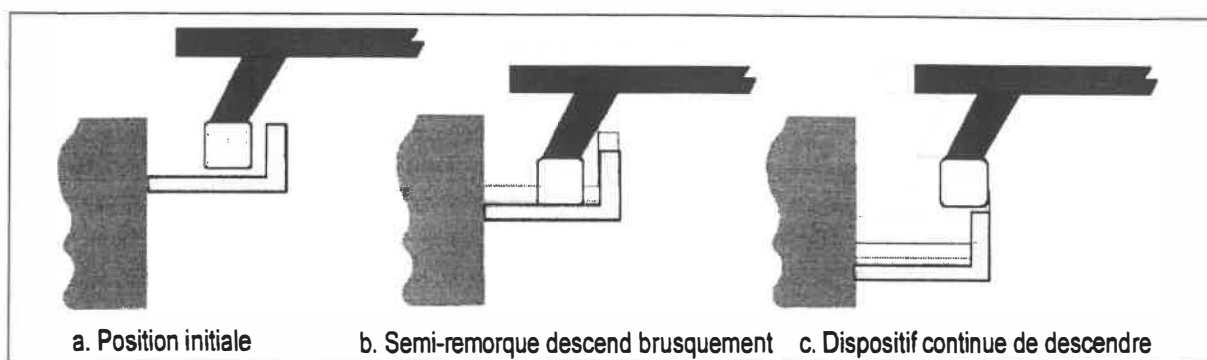


Figure 14. Décrochage de la barre anti-encastrément par un coup

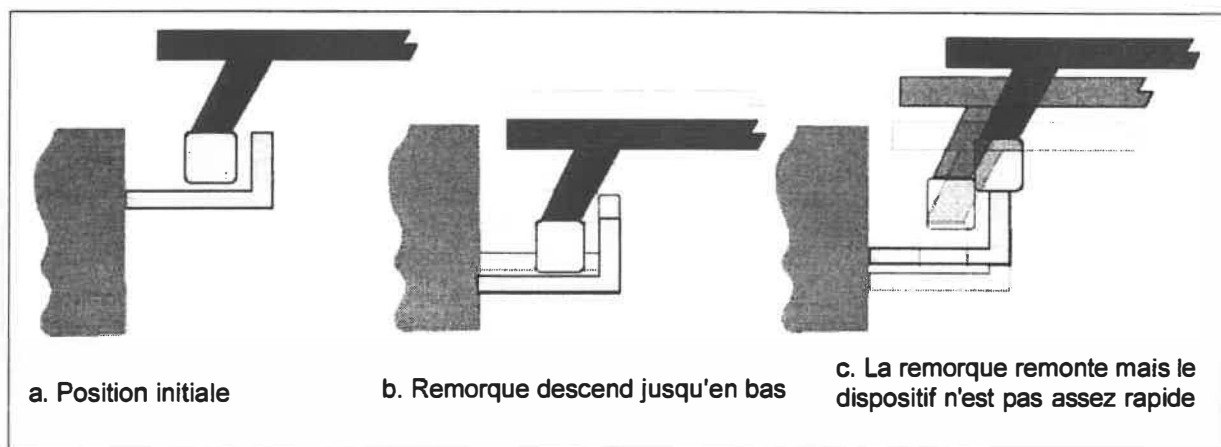


Figure 15. Décrochage de la barre anti-encastrément par un mouvement de suivi trop lent du dispositif

L'angle de contact peut également jouer en défaveur de certains dispositifs à faible hauteur de contact. Comme le montre la figure 16, une pente de la cour vers l'extérieur peut inciter certains dispositifs à descendre lorsque la semi-remorque tire sur le dispositif. À noter que ceci peut se produire uniquement si le dispositif n'a pas de recouvrement et est plus probable de se produire si la hauteur de contact est faible. La forme de la barre anti-encastrément peut également influencer le décrochage : une barre de section ronde sera plus facile à décrocher qu'une barre de section carrée.

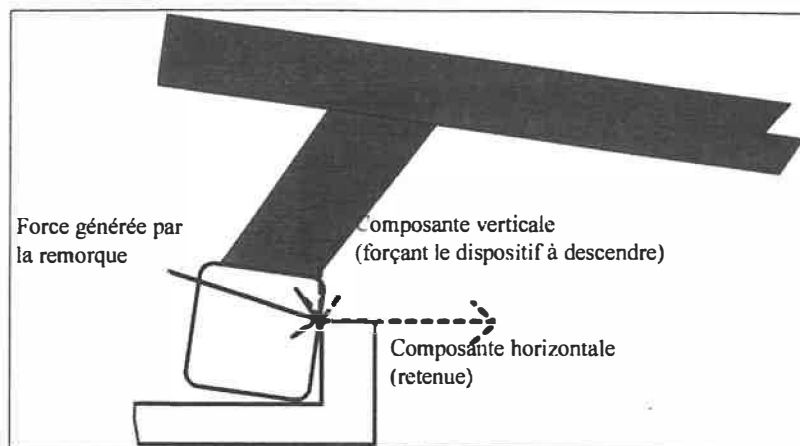


Figure 16. Angle de contact vers l'extérieur

Les raisons pour lesquelles un dispositif de retenue ne résiste pas à la traction du camion sont listées à la figure 17. La distance entre la barre anti-encastrement et le dispositif peut jouer un rôle amplificateur dans cette situation. En effet, la distance que peut parcourir le camion (donc la barre anti-encastrement) avant de faire contact avec le dispositif de retenue permet au camion de gagner en inertie, ce qui augmente l'énergie à absorber par le dispositif et par la barre anti-encastrement.

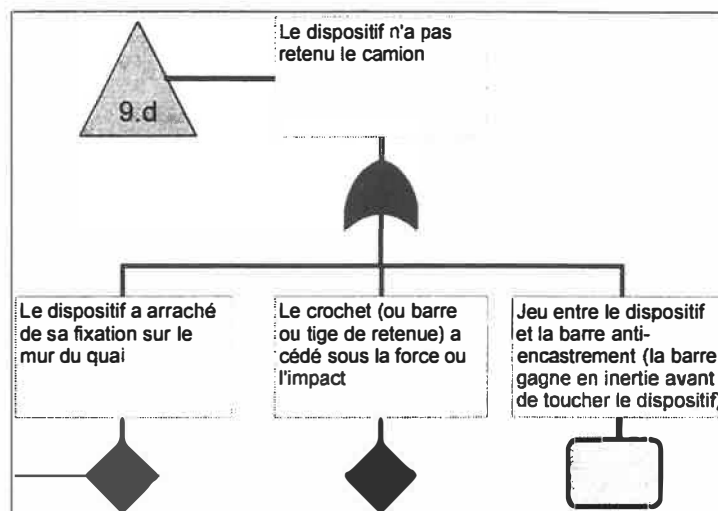


Figure 17. Mesure: dispositif de retenue de la barre anti-encastrement, n'a pas retenu le camion

En plus du départ inopiné et du glissement, certains modèles de dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement ont la possibilité de retenir en cas de basculement (figure 18). Dans ce cas, seuls les dispositifs munis d'un recouvrement peuvent prétendre avoir un

impact. Le recouvrement doit être capable de suivre le mouvement vertical de la barre jusqu'à un point critique où il empêche la barre de remonter plus haut. Généralement, le dispositif bloque sur une butée. Une fois bloquée, la semi-remorque peut retourner à sa position normale. À noter qu'aucun dispositif recensé ne pouvait empêcher les roues arrières de s'élever, il y aura donc un incident mais le dispositif peut empêcher l'accident.

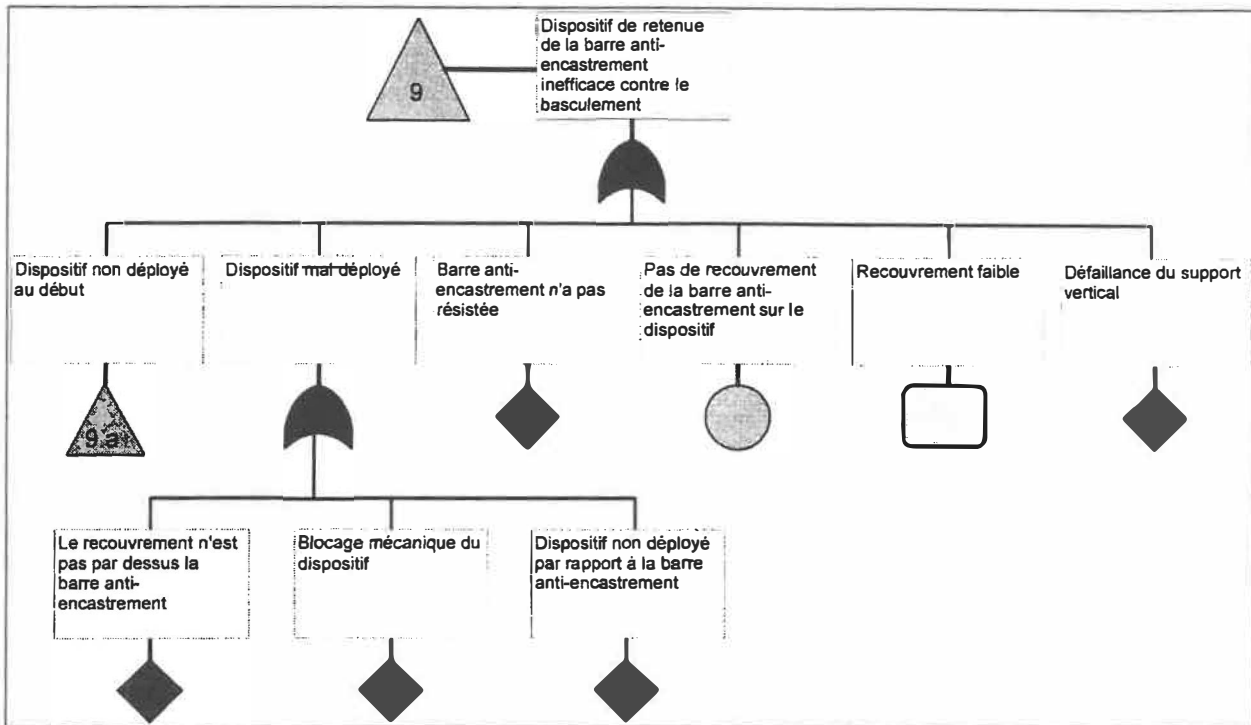


Figure 18. Mesure: dispositif de retenue de la barre anti-encastrement, mesure inefficace contre le basculement

#### 10 Dispositifs de retenue des roues automatiques

Cette catégorie de dispositif n'a pas été recensée au Québec au cours de la recherche. Cependant il est possible que certaines entreprises puissent être intéressées par ce genre de dispositifs. La figure 19 montre que l'événement de ne pas retenir le camion peut être expliqué par un bris d'une pièce quelconque ou d'un défaut de conception.

La présence de neige et de glace peut avoir des conséquences négatives sur l'efficacité de ce genre de dispositif s'ils sont utilisés à l'extérieur. En effet, la hauteur de la barre de retenue a une influence sur l'efficacité du dispositif et si la neige s'accumule, les roues du camion se trouvent remontées et la hauteur relative de la barre de retenue diminue. Il est également envisageable que la présence de neige et de glace puisse bloquer le mécanisme de certains dispositifs ou du moins entraver les mouvements. Cette dernière information n'a cependant pas pu être confirmée.

Le déneigement peut également causer certains problèmes en fonction du type de dispositif et du type de déneigement utilisé par l'établissement. Certains dispositifs sont situés sous le sol et ne laissent paraître aucune saillies, mais ceux à rails opposent un obstacle qui peut être difficile à contourner pour certains équipements de déneigement.

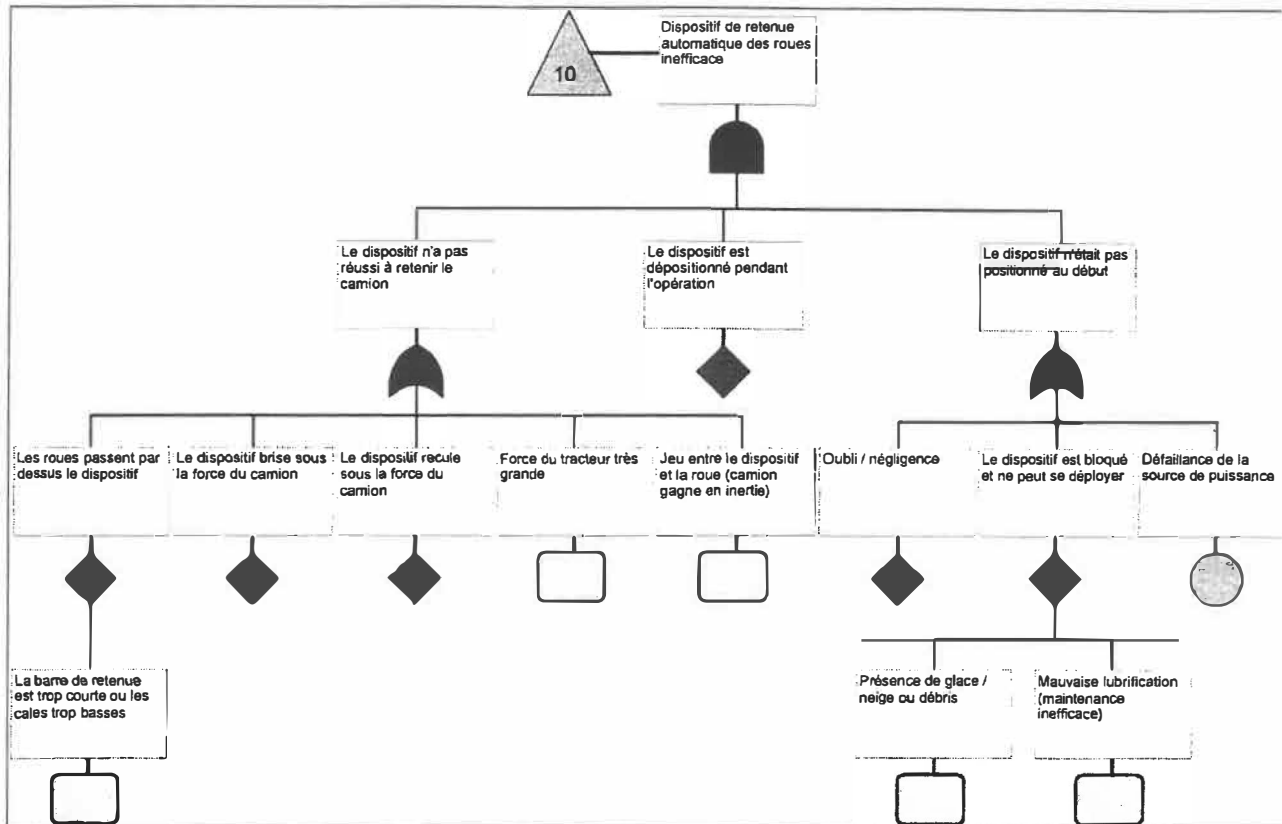


Figure 19. Mesure : dispositif de retenue automatique des roues

De façon similaire aux dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, le facteur humain est une des causes du mauvais fonctionnement de la mesure de retenue. Le dispositif requiert une opération (appuyer sur un bouton) pour le mettre en fonction et pour le désengager. Si cette opération n'est pas effectuée ou si elle est effectuée au mauvais moment, le système n'est pas fonctionnel. La qualité des règles, leur respect et la formation des caristes peuvent en partie expliquer ce phénomène. Une autre possibilité de dépositionnement avant la fin de l'opération pourrait venir du camionneur ou d'une autre personne présente sur le quai.

Tout comme pour les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, s'il y a perte de puissance, le dispositif ne peut être déployé correctement. Cependant, la plupart des modèles restent engagés même en cas de perte de puissance.

## 11 Cales manuelles

Deux raisons principales sont à la source d'un échec de la mesure, si la cale n'est pas placée lorsqu'elle devrait l'être (non positionnée au début ou dé positionnée avant la fin) ou si elle ne retient pas le camion (figure 20). Les raisons pour lesquelles la cale ne retiendrait pas le camion sont longuement discutées dans le rapport principal (Gauthier, 2004 – Annexe I). Quant aux raisons pour lesquelles la cale ne serait pas positionnée une fois le camion reculé, plusieurs facteurs peuvent être rapportés. Les règles peuvent facilement être blâmées, si elles ne sont pas respectées ou si elles sont mal définies ou équivoques.

L'espace disponible entre les camions est également un facteur important. Si le camionneur (ou le cariste) ne peut se glisser aisément entre deux camions, cela peut l'inciter à négliger de positionner la cale. Le chemin à parcourir entre l'intérieur de l'entrepôt et l'endroit où doit être positionné la cale peut également inciter les gens à négliger de placer la cale s'il est trop long. Ce chemin représente la distance qu'aura à parcourir un camionneur arrivé à l'intérieur de l'usine à qui l'on rappelle qu'il doit placer la cale, ou encore au cariste qui décide de la placer lui-même. Dans cette dernière possibilité, le temps disponible au cariste serait un facteur non négligeable. De plus, le cariste doit prendre le temps de vérifier si la cale est bien positionnée et entreprendre les démarches nécessaires pour corriger la situation si besoin est, ce qui peut prendre un certain temps.

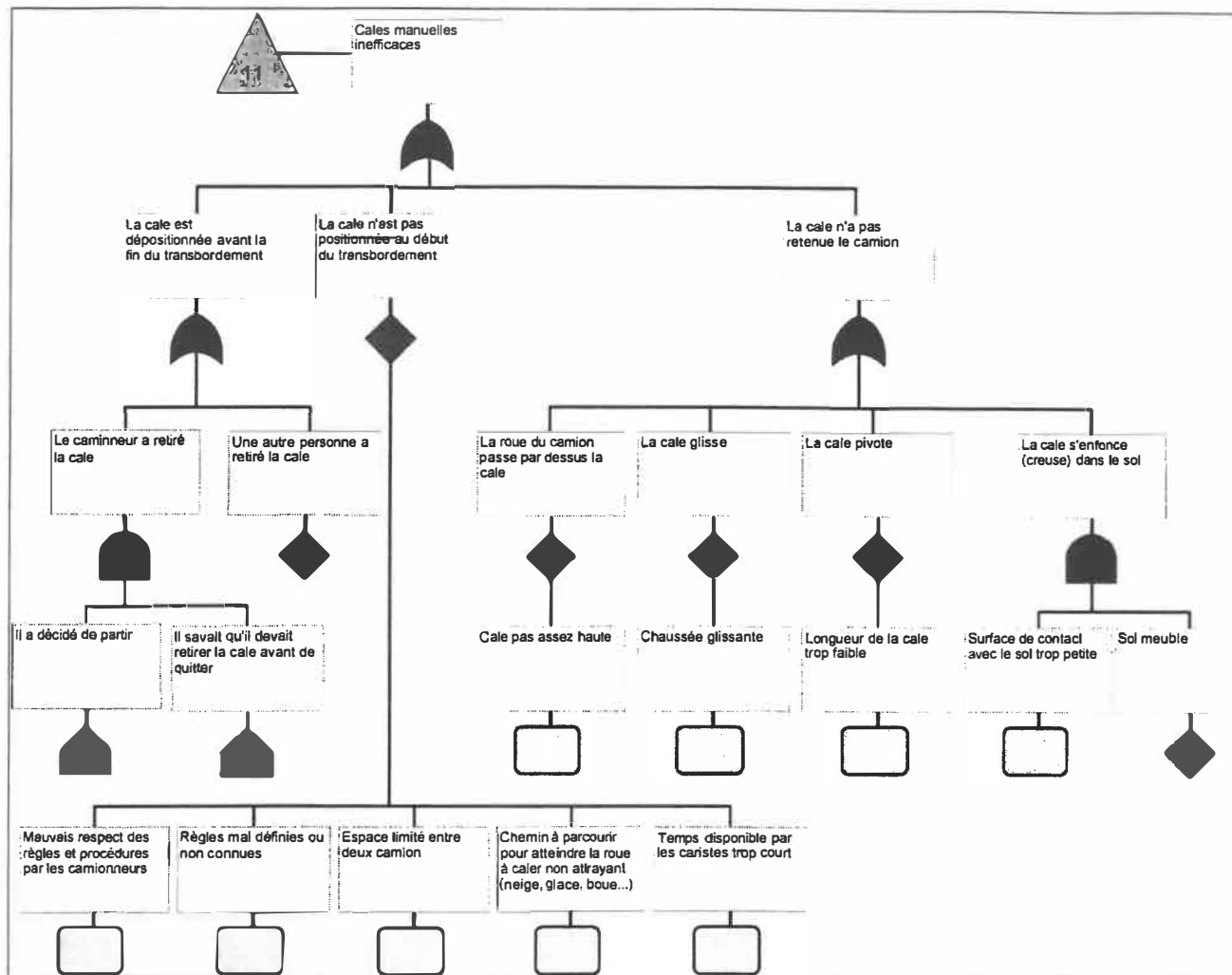


Figure 20. Mesure : cales manuelles

### 11.1 Cales manuelles et départ inopiné

La figure 21 schématise un arbre simplifié où il n'y aurait que des cales manuelles pour arrêter un départ inopiné. Pour qu'il y ait départ inopiné, le camionneur doit croire que c'est le temps pour lui de quitter. Cependant, ce même événement est généralement suffisant pour rendre les cales manuelles inefficaces puisque les camionneurs retirent les cales avant de quitter.

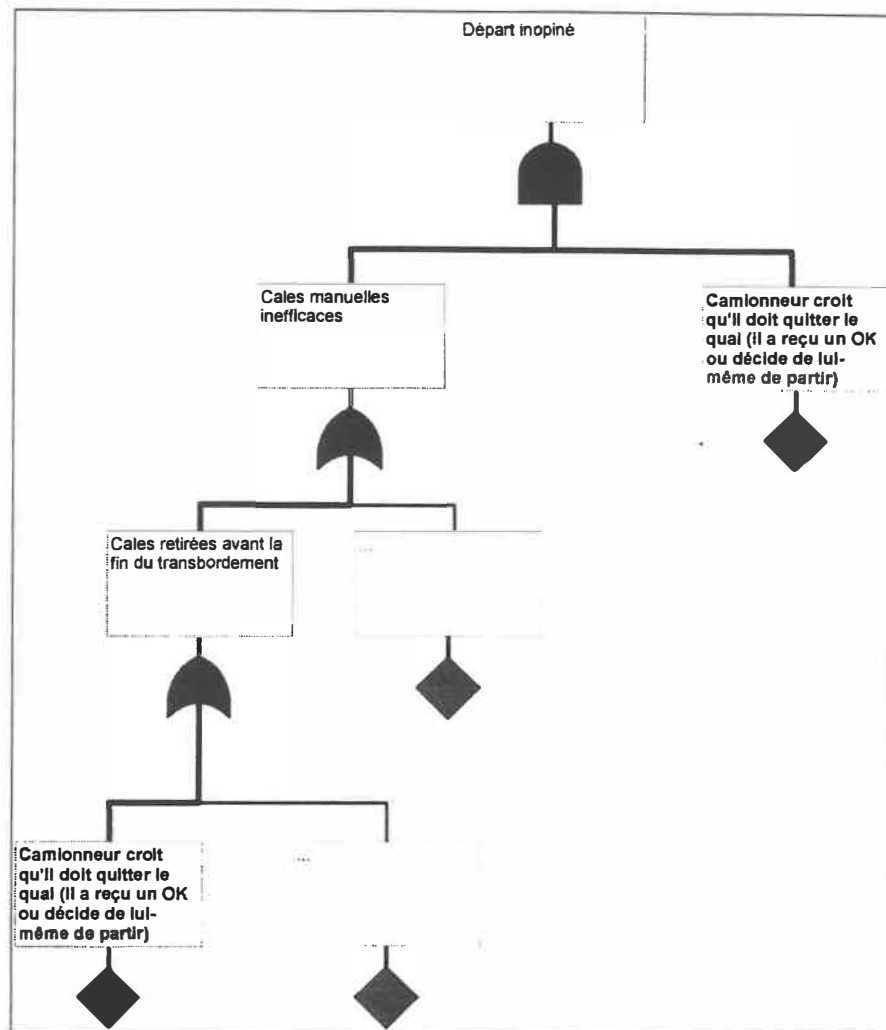


Figure 21. Inefficacité des cales contre le départ inopiné

## 12 Cales à détection de positionnement et plaque de retenue

Les cales manuelles à plaque de retenue sont des cales spéciales qui sont utilisées conjointement avec une plaque dentelée fixée au sol. La plaque dentelée sert à augmenter la force de retenue de la cale. Les dents offrent un obstacle physique contre le déplacement de la cale, la friction n'est alors plus ce qui retient la cale en place. De plus, un système de détection permet de déterminer si la cale est bien positionnée et renvoie l'information au cariste et au camionneur.

L'arbre de la cale manuelle à plaque dentelée de la figure 22 est semblable à celui des cales manuelles à deux exceptions, soit l'efficacité et la détection de positionnement. L'efficacité supérieure de ce type de cale ne se reflète pas dans la construction de l'arbre, mais plutôt par une probabilité plus faible de l'événement «La cale n'a pas retenue». Lorsque la cale est bien placée sur sa plaque, elle ne glissera pas comme les autres cales. De plus, toujours à cause de la plaque de retenue, le labour de la cale devient

impossible car il n'y a plus de sol meuble dans lequel la cale peut s'enfoncer. Quant à la détection de positionnement, elle ajoute une sécurité supplémentaire (signalisation) pour éviter un dépositionnement intempestif de la cale ou un oubli de la positionner initialement.

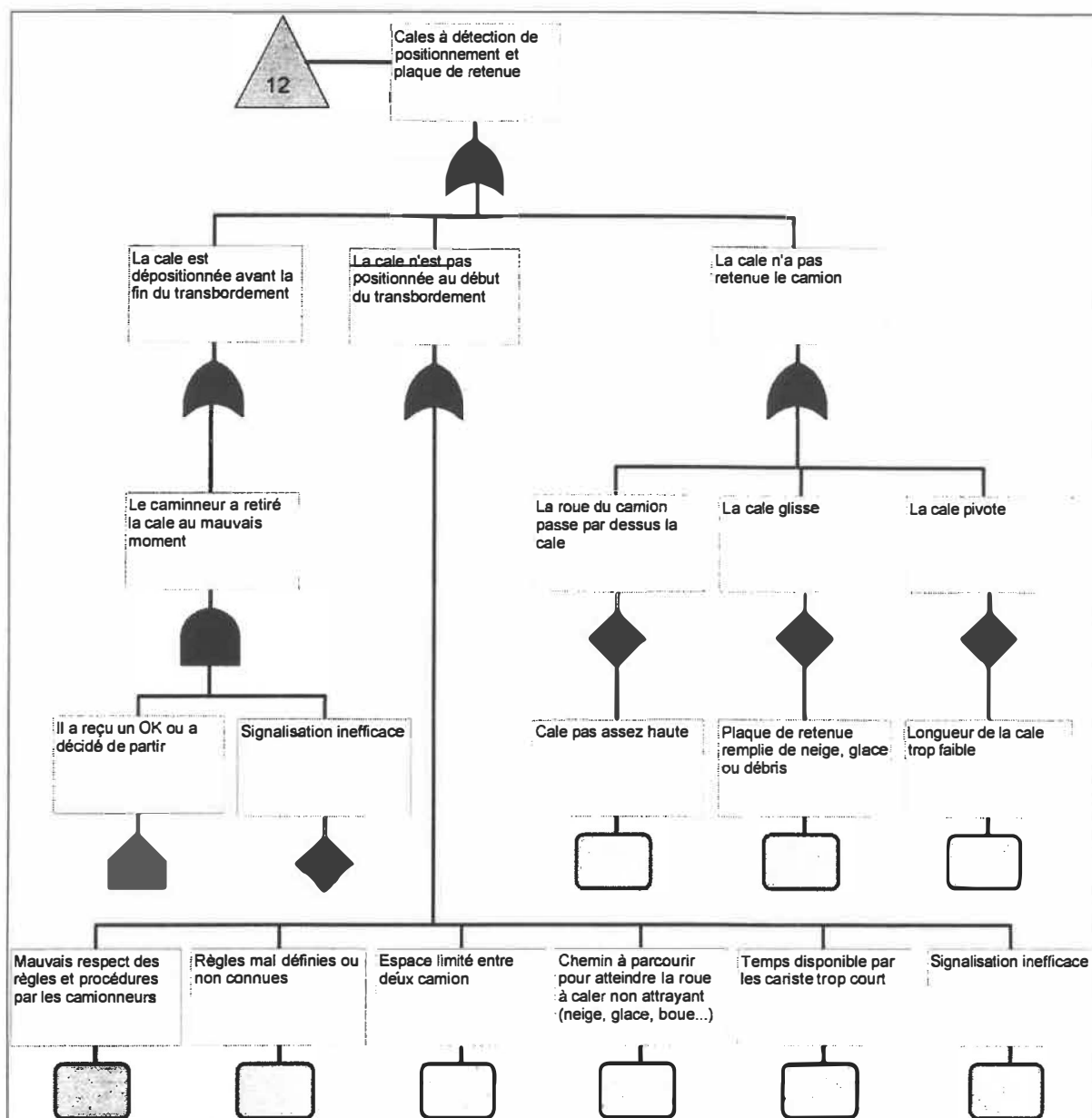


Figure 22. Mesure: cales à détection de positionnement et plaque de retenue

### 13 Tracteur attelé

La présence du tracteur attelé à la semi-remorque peut réduire la probabilité de deux événements dangereux, soit le glissement et le basculement. L'arbre de la procédure à la

figure 23 se retrouve sous les deux événements. Il y a cependant une différence entre les deux : sous le basculement, la force de retenue n'est pas nécessaire et peut donc être abandonnée. Pour contrer le basculement la solution est parfaite, le tracteur élimine toute possibilité de renversement. Quant au glissement, les essais sur les cales ont démontré que la présence du tracteur jouait un rôle majeur et que les semi-remorques ne glissent pas du tout lorsque le tracteur était présent, même si les freins de la semi-remorque n'étaient pas appliqués<sup>1</sup>. Il est cependant préférable d'engager les freins du tracteur puisque selon certaines personnes interrogées il y aurait déjà eu glissement alors que le tracteur était attelé et que ses freins n'étaient pas engagés.

Pour que cette mesure soit efficace, le tracteur doit être présent et les freins doivent être appliqués. Le respect des procédures par les camionneurs a donc une influence sur la mesure. La mesure ne peut être utilisée dans tous les établissements, elle doit être compatible avec les méthodes déjà en place pour être applicable. Par exemple, si les camionneurs arrivent avec une semi-remorque et doivent repartir avec une autre, il est impossible de garder le tracteur attelé à cette semi-remorque. De plus, si le temps requis pour transborder est très long, il se peut que de garder un tracteur « prisonnier » ne soit pas une solution favorable. Enfin, si les positionnements sont faits par un gareur, la procédure peut difficilement être appliquée.

Lorsque qu'un camion fourgon surélevé se présente au quai, la procédure peut être considérée comme appliquée puisqu'il n'y a plus de risque de basculement et que les freins du camion sont automatiquement appliqués si le camion est à l'arrêt.

---

<sup>1</sup> Il est important de rappeler ici que les essais sur les cales ne simulaient pas la totalité des situations possibles en entreprise.

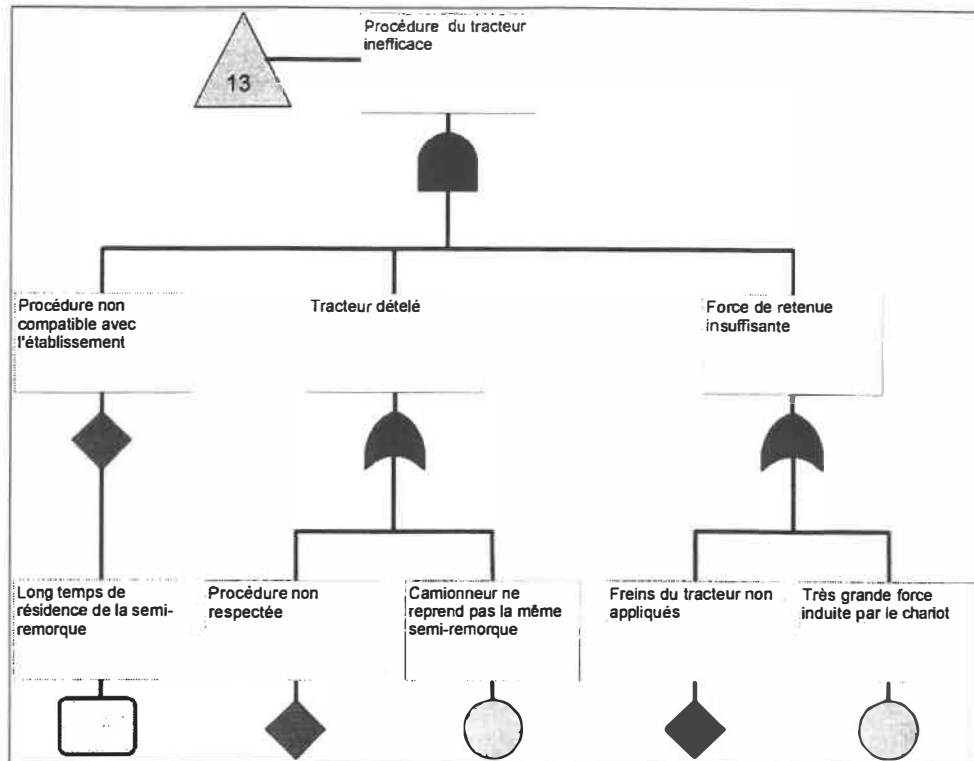


Figure 23. Mesure: procédure de présence du tracteur

#### 14 Chandelles sous la semi-remorque

L'utilisation d'une chandelle de support (figure 26) peut éliminer le risque de basculement. Celle-ci remplace le point de contact qu'offrirait le tracteur s'il était présent. Le problème principal associé avec les chandelles de support vient du fait qu'il est possible qu'elles soient oubliées ou négligées. La qualité, la connaissance et le respect des procédures peuvent expliquer ce phénomène. Une difficulté à aller placer la chandelle (sol enneigé ou glacé, longue distance à parcourir, etc.) peut également inciter les responsables à négliger de la placer.

La chandelle peut échouer dans son rôle si elle bascule, si elle glisse ou si elle casse. Le dernier cas n'a pas été évalué, les forces en présence étant jugées trop faible comparé à la résistance des modèles courants. Quant au basculement et au glissement de la chandelle, si la base de la béquille est trop étroite, il est possible qu'elle glisse ou bascule suite à un petit avancement ou glissement de la semi-remorque. Ce dernier cas n'a cependant pas été recensé.

Il est possible qu'une seule chandelle ne puisse retenir contre un basculement latéral. Comme le démontre la figure 24, une semi-remorque ayant perdu les fonctions d'une béquille aurait tout de même quatre points d'appuis (les deux roues, la béquille restante et la chandelle). Mais puisque ces quatre points ne sont pas aux extrémités de la semi-remorque (la chandelle est au milieu) il existe toujours la possibilité que le centre de gravité combiné de la semi-remorque et du chariot se retrouve hors de ce quadrilatère

forçant alors un basculement latéral. Deux solutions sont alors envisageables, soit placer deux chandelles ou utiliser une double chandelle (figure 25).

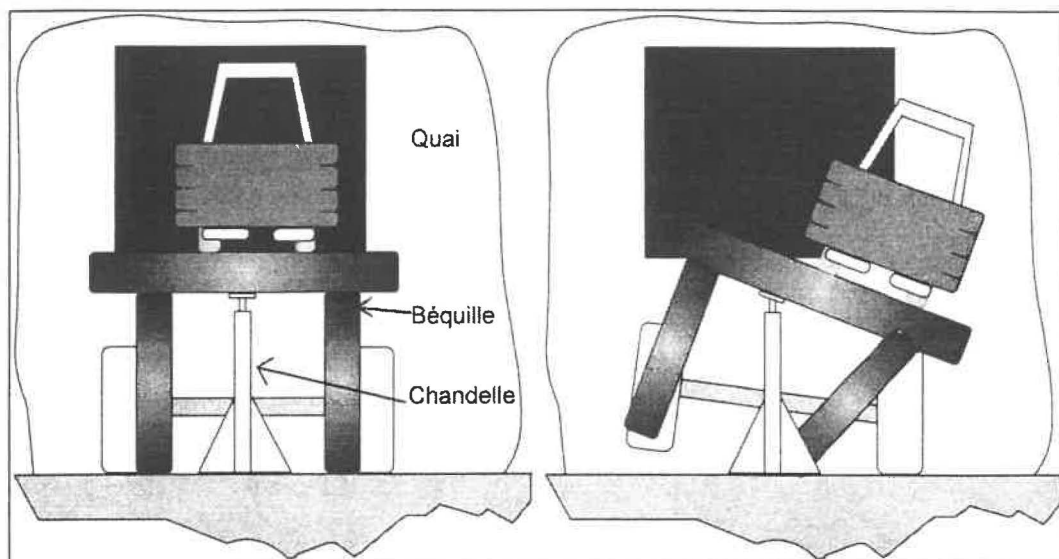


Figure 24. Basculement latéral même avec une chandelle

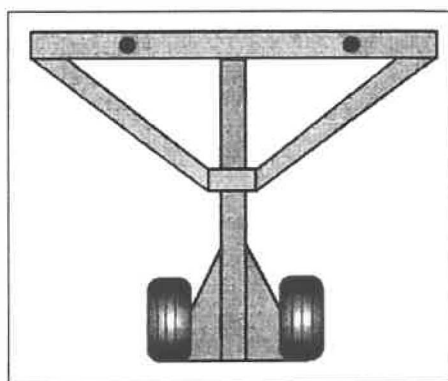


Figure 25. Double chandelle

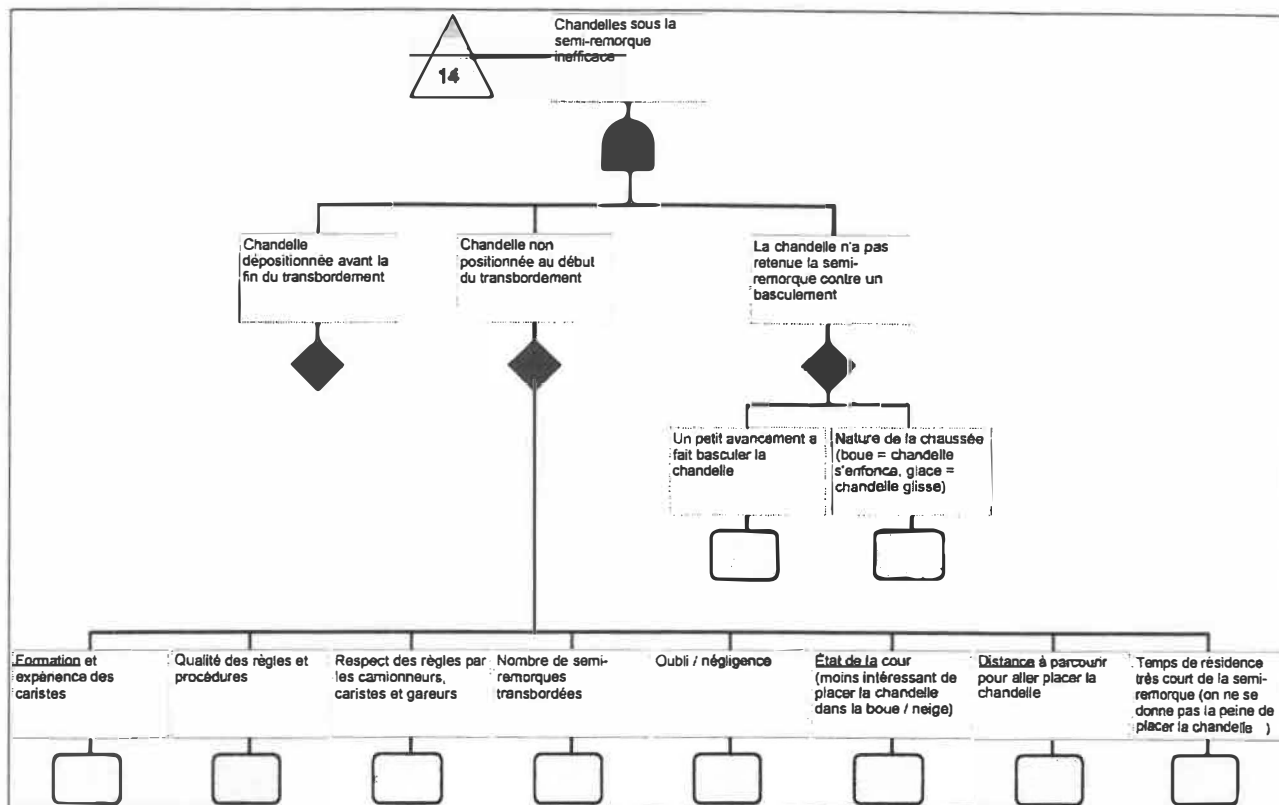


Figure 26. Mesure: chandelle

### 15 Signalisation visuelle

Le système de feux de signalisation (lumières) est la principale forme de signalisation visuelle. Ils sont de deux types : manuels et automatiques. Le premier est moins fréquents et consiste à changer manuellement l'état du système de signalisation en fonction de la situation. Généralement, cette opération est accomplie par le cariste, bien que le répartiteur puisse le faire directement de son bureau. Ce type de système est cependant lié aux procédures impliquant la modification du signal par l'utilisateur et au respect de ces procédures. Les systèmes automatiques sont reliés à un système de retenue, au pont niveleur et/ou à un autre système de détection. Les feux s'allument en fonction de la détection et de la programmation de l'automate qui les contrôle. Dans les deux cas (système automatique et manuel), le système peut réduire les probabilités de départ inopiné. Cependant, seul le système automatique (lorsqu'il est bien configuré) pourrait arrêter le cariste en cas de glissement ou de départ inopiné où le camionneur n'a pas tenu compte de la signalisation.

L'efficacité de ce type de système de retenue n'est pas parfaite, plusieurs établissements ayant rapporté avoir observé des camionneurs qui ont quitté ou tenté de quitter le quai malgré un système de signalisation qui leur indiquait le contraire. L'arbre de la figure 27 montre que la fiabilité de ces systèmes est essentiellement basée sur des facteurs humains. Le respect des règles est le facteur principal, si les lumières ne sont pas respectées, la méthode perd toute son utilité. Un autre élément possible est le signal confus provenant du système de signalisation. Lorsqu'il y a plusieurs couleurs de feux

(rouge, jaune, vert) et plusieurs états pour chacun (allumé, éteint, clignotant), il peut y avoir un large éventail de combinaisons différentes pour exprimer l'état du transbordement et du dispositif<sup>2</sup>. Il est possible que les camionneurs et même les caristes ne sachent comment réagir à certains signaux du dispositif. Une bonne formation du cariste et une certaine familiarité du camionneur peuvent cependant atténuer cet effet.

La signalisation par drapeaux, n'a pas fait l'objet d'une partie de l'arbre des fautes. Cette mesure n'a pas été retenue parmi les mesures envisageables. Une seule entreprise possédant ce genre de dispositif a été répertoriée. Cette entreprise ayant un contexte particulier, il devenait impossible de créer un arbre des fautes général. Bien que jugé intéressant, ce dispositif n'a pu être évalué adéquatement pour être ajouté à la liste des mesures de retenues.

---

<sup>2</sup> Ce genre de problème se retrouve généralement sur les systèmes de signalisations reliés avec un dispositif de retenue quelconque.

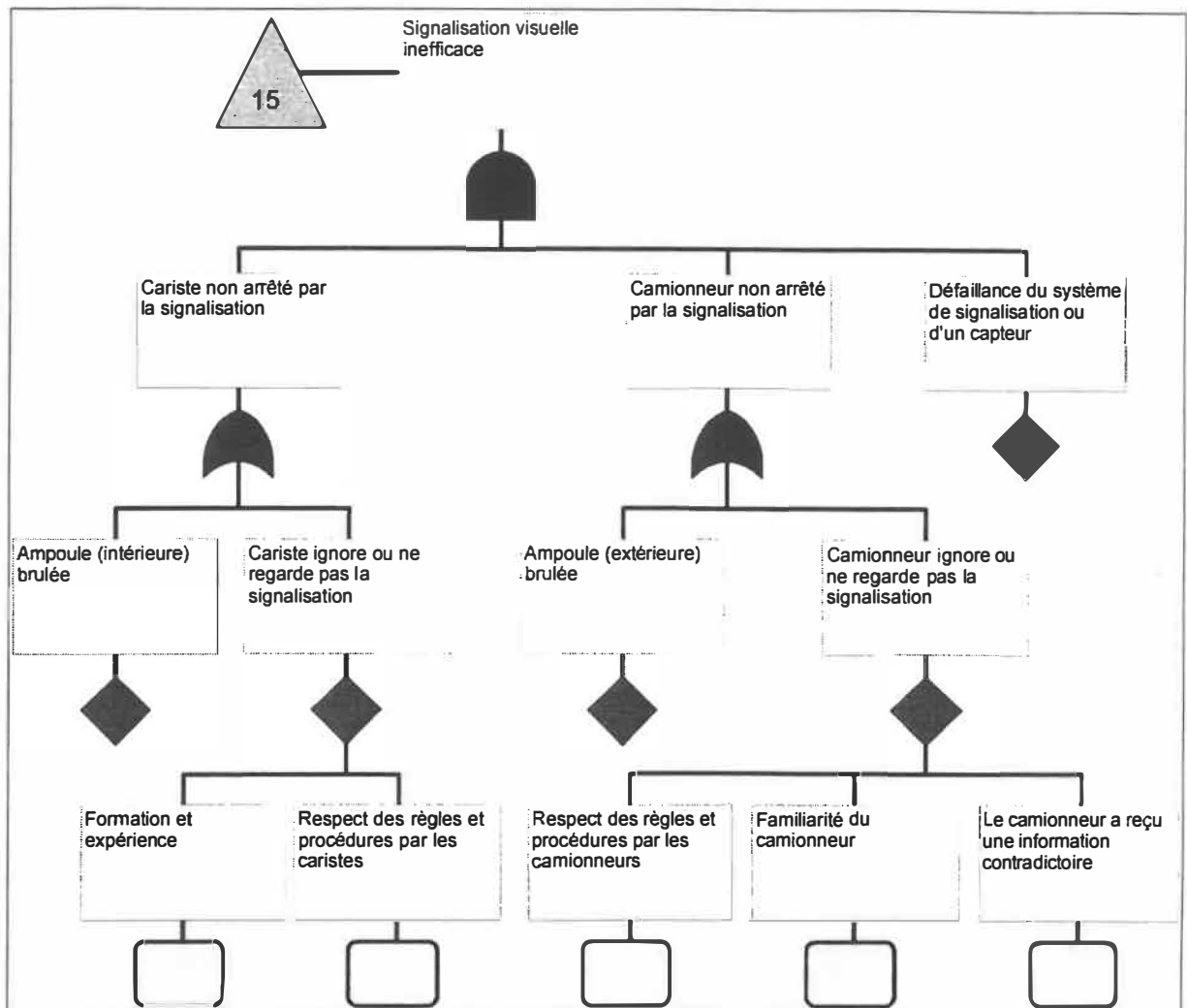


Figure 27. Mesure: signalisation visuelle

## 16 Alarme sonore

Dans l'arbre global l'alarme sonore se retrouve sous l'événement dangereux de départ inopiné et de glissement. Pour ce qui est du départ inopiné, le camionneur peut être averti d'un danger avant qu'il ne soit trop éloigné, il est cependant peu probable que le camionneur arrête son camion avant que la bavette du pont niveleur tombe. L'événement se produisant dans un temps très court, le camionneur ne peut rectifier ses actions que si l'alarme est reliée à une détection de surcharge (sur un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement par exemple). Le camionneur peut alors arrêter son véhicule avant que la force de traction ne dépasse le seuil de résistance de la barre anti-encastrement.

L'avantage principal de l'alarme d'alerter le cariste pour que lui-ci évite l'accident, surtout lorsqu'il se trouve à l'intérieur de la semi-remorque. Les caristes ne regardent pas toujours derrière eux lorsqu'ils reculent pour sortir de la semi-remorque. De ce fait, ils ne peuvent toujours savoir si la semi-remorque est bien arrimée au quai. L'alarme peut les informer du danger avant qu'ils ne reculent dans l'espace entre le quai et la semi-remorque. Bien que dans ce cas un incident ne soit pas évité (chariot prisonnier de la semi-remorque), l'accident n'a pas lieu.

Comme le montre l'arbre de la figure 28, l'alarme sonore peut perdre son efficacité pour quelques raisons. Ignorer l'alarme est ce qui revient le plus souvent. L'alarme peut être ignorée parce que la personne concernée ne sait pas ce qu'elle veut dire ou ne sait pas comment réagir dans de telles circonstances (formation et expérience). Le nombre de portes peut également jouer sur son efficacité : un cariste pourrait croire que l'alarme d'un autre quai s'est déclenché et continuer son transbordement. Bien sûr, l'alarme est aussi inefficace si elle est de trop faible intensité par rapport au bruit ambiant. De plus, si la détection est trop sensible, elle peut amener l'alarme à sonner trop souvent ce qui incite les caristes à l'ignorer.

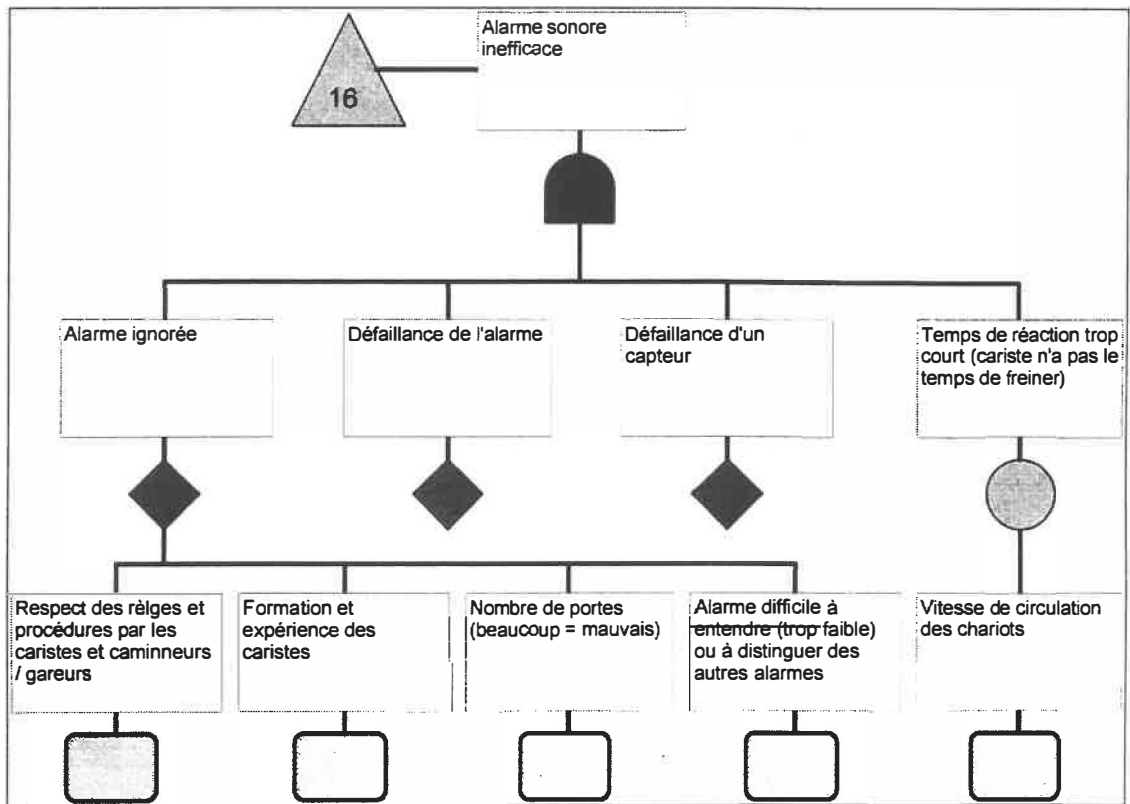


Figure 28. Mesure: alarme sonore

### 17 Procédure de relation poids chariot – longueur semi-remorque

La procédure de relation entre le poids du chariot et la longueur de la semi-remorque (figure 29) consiste à diminuer l'effet des paramètres qui influencent le risque de basculement lorsque ce risque est présent. L'objectif est de diminuer la probabilité d'un basculement lorsque la semi-remorque utilisée est courte et que les charges sont lourdes. Ceci est accompli en utilisant un chariot plus léger et/ou en réduisant le poids des charges transbordées. Bien sûr, la procédure n'est pas applicable s'il est impossible pour l'établissement d'utiliser des chariots plus légers et/ou de transborder de plus petites charges. Certains autres facteurs peuvent également augmenter la probabilité d'un échec de la procédure. En tête de liste viennent la formation et l'expérience des caristes : ces derniers doivent identifier les circonstances où ils doivent utiliser la procédure et ceci requiert une certaine expérience et plus de la formation. Quant à l'achalandage au quai, il peut avoir une influence sur les risques d'erreur dans l'application de la procédure.

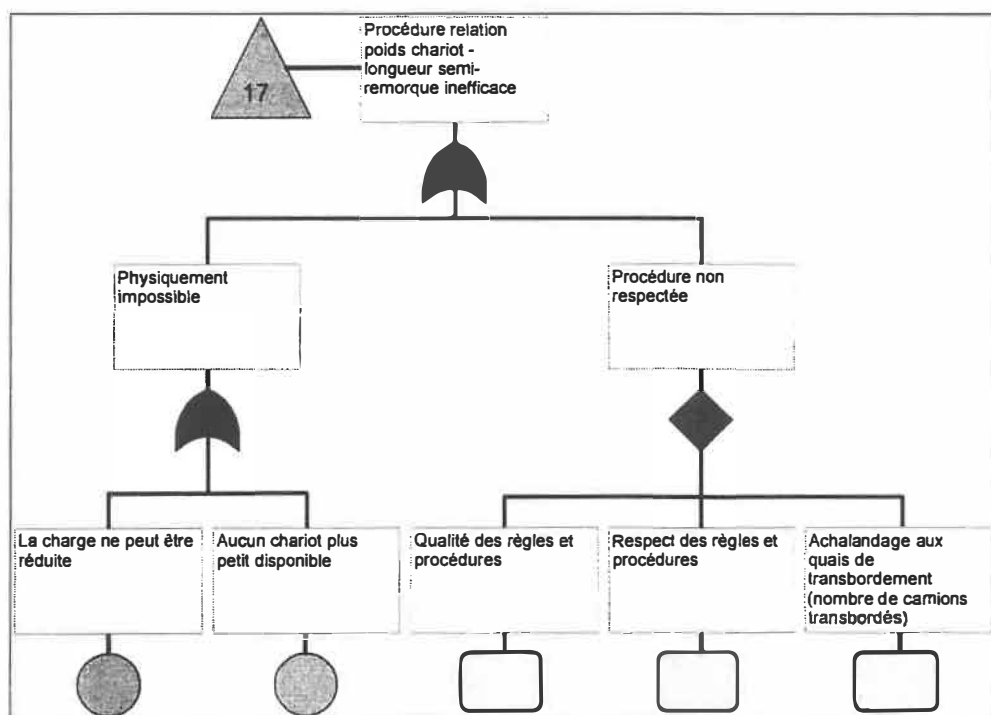


Figure 29. Mesure: Procédure relation poids chariot - longueur semi-remorque

## 18 Procédure de communication avec camionneur ou gareur

La procédure consiste à formaliser les échanges entre les caristes et les camionneurs ou gareurs (elle peut également faire participer d'autres intervenants) pour communiquer le signal de départ du camion. Elle peut varier grandement d'un établissement à l'autre en fonction des caractéristiques de cet établissement. C'est pourquoi il est difficile de produire un arbre ciblant exactement cette mesure. Il est cependant possible de faire ressortir une série d'éléments susceptible d'en détériorer l'efficacité comme le montre l'arbre de la figure 30.

Un facteur d'importance est le nombre de personnes présentes sur le quai, plus il est grand, plus les possibilités d'erreurs sont élevées. Chaque personne pouvant transmettre une fausse information, ou une bonne au mauvais moment ou à la mauvaise personne. Un autre facteur d'une grande importance est le respect des règles et procédures par les différents intervenants. En effet, les procédures sont inutiles si elles ne sont pas appliquées. De plus, certains dispositifs de sécurité peuvent devenir complètement inutiles si certaines règles ne sont pas observées, notamment dans le cas de dispositifs pouvant être retirés avant la fin du transbordement. Un autre élément noté au cours de la recherche est le fait que les intervenants externes n'ont pas le même niveau de respect des consignes que les employés à l'interne. Par exemple, un camionneur externe ne peut pas toujours être contrôlé facilement par l'établissement, surtout si celui-ci ne s'exprime pas dans la langue utilisée par les employés de l'établissement et/ou si celui-ci n'est pas familier avec l'entreprise ou tout simplement s'il refuse de se conformer aux règles.

La personne chargée de faire le positionnement des semi-remorques a également une importance majeure en ce qui a trait au respect des procédures. Un gareur travaillant uniquement pour l'établissement connaît mieux les règles et procédures et l'importance de leur respect. Il est donc plus probable qu'un gareur respecte la procédure imposée par l'établissement. À l'opposé, les camionneurs externes sont plus difficiles à contrôler, leur communiquer les informations nécessaires n'est pas toujours simple et les mesures disciplinaires sont difficiles à appliquer pour les récalcitrants. Les probabilités de dérogations à la procédure sécuritaire sont donc plus élevées.

Une autre erreur possible se matérialise lorsque le camionneur prend une mauvaise semi-remorque. S'il n'y a pas de signalisation ou de dispositif de retenue mécanique, cette distraction conduit directement à un départ inopiné.

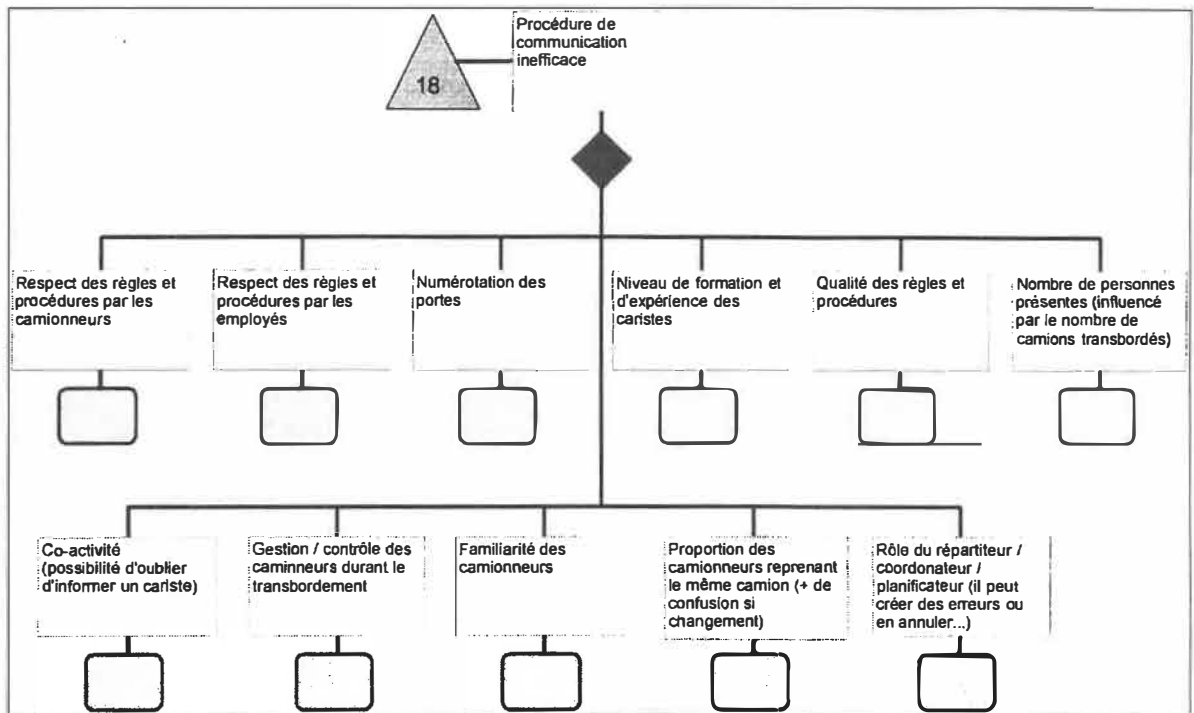


Figure 30. Mesure : Procédure de communication

### 19 Retenue des clefs

La prise des clefs est un autre moyen de contrôle contre le départ inopiné, la procédure implique de demander et de conserver les clefs du tracteur ou du camion fourgon surélevé tant que le transbordement n'est pas complété. De cette façon le camionneur ne peut quitter les lieux avant d'avoir reçu ses clefs de la personne autorisée. La méthode ne peut être utilisée que lorsque le tracteur reste attelé à la semi-remorque ou lorsqu'un camion fourgon surélevé est transbordé. Le facteur le plus important dans son efficacité (voir l'arbre de la

Figure 31) est le respect des procédures par les camionneurs, ceux-ci pouvant refuser de remettre leurs clefs pour différentes raisons. Son influence se fait ressentir principalement sur la probabilité de départ inopiné.

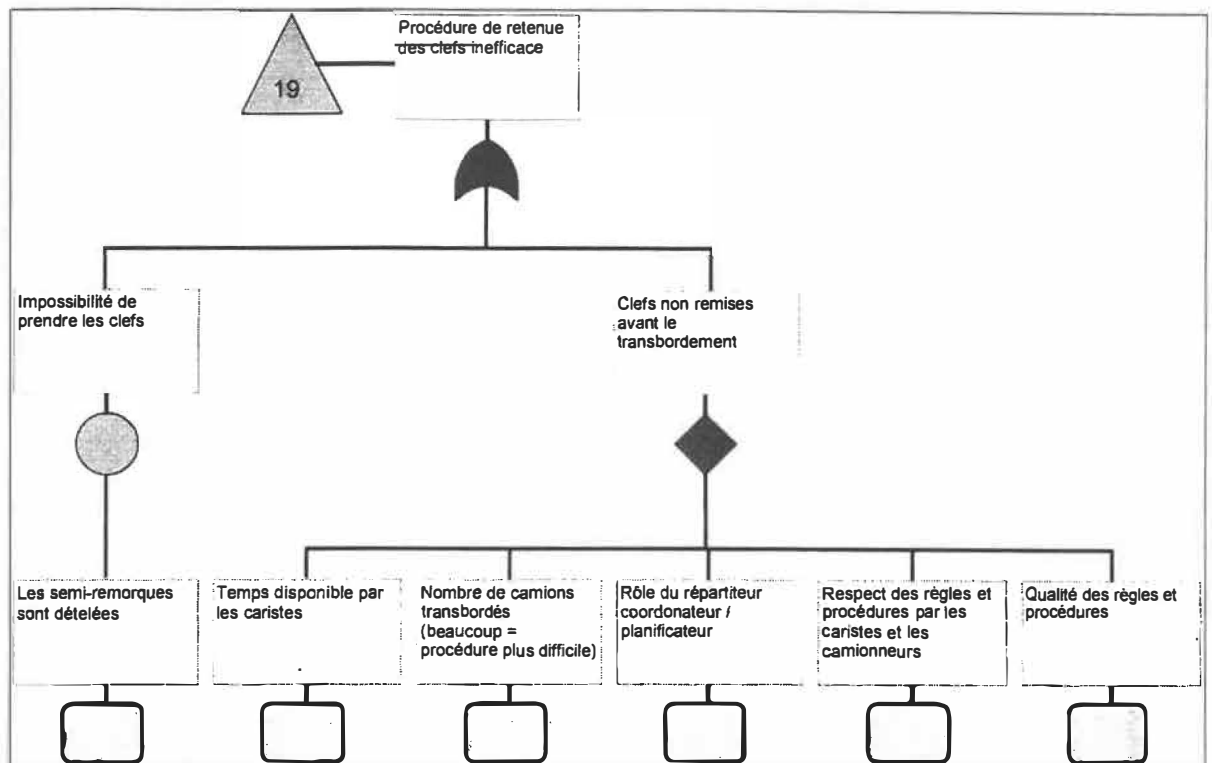


Figure 31. Mesure: retenue des clés

## 20 Cadenassage des boyaux d'air du système de freins

Le cadenassage des boyaux d'air n'a pas été retenu par l'équipe de recherche en raison du manque d'information sur la procédure. Un seul établissement utilisant cette procédure a été relevé et celui-ci avait une situation particulière qui n'était pas représentative des autres établissements. La méthode n'a donc pas pu être évaluée au même niveau de profondeur que les autres. L'arbre de la Figure 32 présente les quelques informations recueillies. En raison du manque d'information, cet arbre ne peut pas être considéré comme final et complet.

Le cadenassage est utilisé pour diminuer les probabilités de départ inopiné. Le principe implique de cadenasser les boyaux d'air du système de freins, la semi-remorque ne peut être attelée tant que le cadenas est en place. Lorsque la semi-remorque est dételée du tracteur, ces boyaux sont accessibles et puisque les freins sont normalement engagés lorsqu'il n'y a pas de pression d'air, tant que les boyaux sont cadenassés les freins sont appliqués. Cette méthode est utile uniquement pour réduire les probabilités de départ inopiné.

Le respect et la connaissance des procédures par les employés de l'établissement sont donc des facteurs importants pour l'efficacité de la méthode. Un facteur pouvant pousser à la négligence de la procédure est le temps de résidence des semi-remorques et le temps disponible par les caristes. En effet, placer le cadenas requiert un certain temps pendant lequel la semi-remorque demeure à l'arrêt sans que le transbordement s'effectue.

Si le cariste est celui qui doit placer le cadenas, celui-ci doit disposer de suffisamment de temps pour le faire.

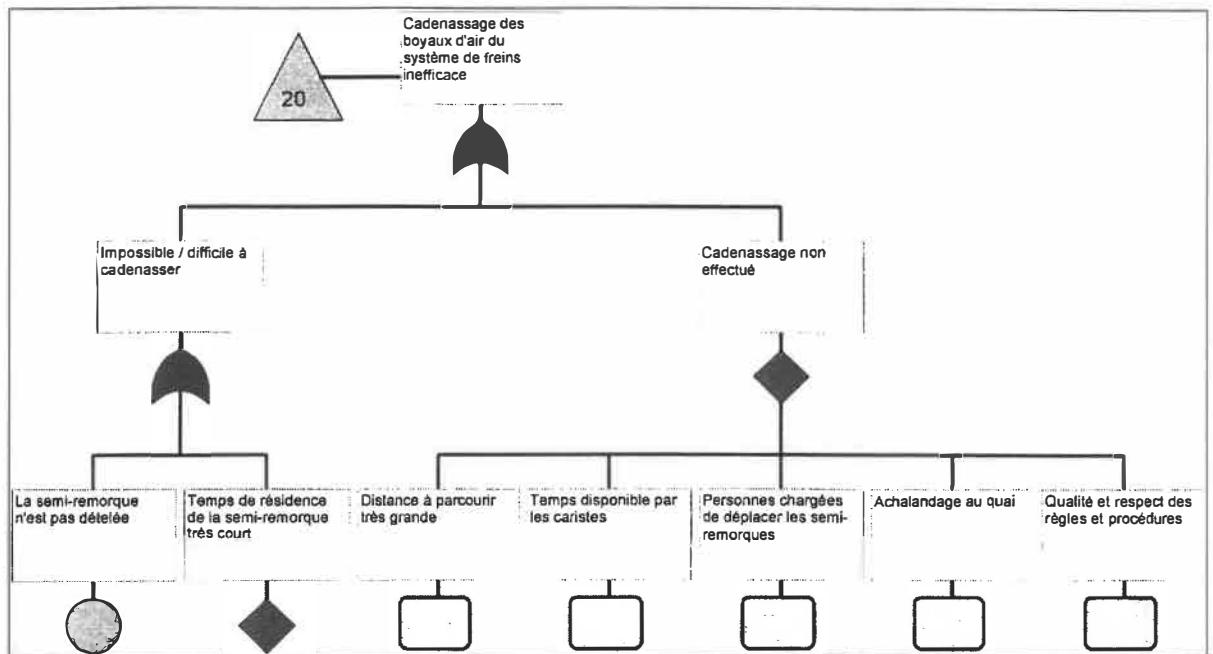


Figure 32. Mesure: cadenassage des boyaux d'air du système de freins

## Annexe D. Exemple d'application de l'outil

L'exemple qui suit décrit l'utilisation de l'outil dans sa totalité (questionnaire d'évaluation contextuel, grille d'évaluation de la sécurité et des mesures, fiches de mise en œuvre). Il est évidemment possible de n'utiliser qu'une ou deux parties de l'outil. Par exemple, le questionnaire d'évaluation peut servir de base à un « check-list » simple. Les fiches de mises en œuvre peuvent également être utilisées indépendamment pour maximiser les performances d'une mesure déjà en place ou alors pour mettre en place une mesure qui a été choisie sans utiliser le reste de l'outil.

## **1 EXEMPLE D'UN CAS D'APPLICATION**

Cet exemple est fictif et vise à illustrer toutes les possibilités de l'outil. Afin d'explorer toutes ces possibilités, nous avons multiplié les embûches. Il est évidemment peu probable de rencontrer un cas aussi complexe dans la réalité. L'établissement s'appelle Fictivo Inc. et expédie une gamme de produits partout en Amérique et ce à partir d'un quai composé de 6 portes. Ces portes servent autant pour la réception que l'expédition de la marchandise. Les camions arrivant aux quais de réception sont opérés par des camionneurs employés par l'établissement, donc très familiers aux consignes et façons de faire internes. L'expédition de la marchandise est réalisée via plusieurs compagnies de transport dont les camionneurs pouvant provenir des États-Unis et même d'Amérique latine. Quant aux mesures de retenue existantes, il y a des cales manuelles qui ont été achetées il y a un certain temps et qui traînent dans la cour extérieure.

Dans ce qui suit, nous allons parcourir toute la démarche d'utilisation de l'outil.

### **1.1 Première étape : Questionnaire de caractérisation contextuel**

Dans certain cas il est parfois possible et avantageux de séparer les activités de réception et d'expédition aux quais. Pour notre exemple nous allons supposer que cela est impossible. Le questionnaire ne sera donc rempli qu'une seule fois en tenant compte de cette diversité d'activité.

La démarche implique que les trente questions soient évaluées une après l'autre. Après avoir coché le bon énoncé, nous présentons une justification du choix qui a été fait. La meilleur façon de remplir le questionnaire est de l'imprimer et de le compléter lors d'une visite de l'établissement (en inspectant les lieux et en interrogeant les personnes concernées). Notre expérience montre que généralement il faut compter de une à deux heures pour répondre à l'ensemble des questions

**Remarques importantes :** Cette première étape vise à évaluer un certain nombre de variables contextuelles qui influencent le niveau de sécurité « sans aucune mesure de retenue ». Il faut donc répondre aux questions en excluant les mesures en place.

**Question 1 : Nature de la chaussée de la cour**

Cote	Énoncés
4✓	La chaussée est pavée (asphaltée ou bétonnée ou plaque spéciale au niveau des roues) et est en bon état.
3	Entre 2 et 4.
2	La chaussée est en gravier ou en pavé de mauvais état.
1	Entre 0 et 2.
0	La chaussée est en sable ou en terre battue.

Ici la cour est en asphalte en bon état, nous octroyons donc une cote de 4.

**Question 2 : État de la chaussée aux abords du quai (glace, neige, sable, débris)**

Cote	Énoncés
4	La chaussée est toujours propre, exempt de glace ou de neige en hiver, ou de sable ou de débris sur le pavé.
3	Entre 2 et 4.
2	La glace et la neige qui se retrouvent parfois sur la chaussée sont enlevés et du sel et des abrasifs sont utilisés. Le sable ou des débris qui se retrouvent sur le pavé sont nettoyés régulièrement.
1✓	Entre 0 et 2.
0	De la glace et de la neige s'accumulent sur la chaussée. Du sable ou des débris s'accumulent sur le pavé.

Le déneigement ne se fait que lorsqu'il y a une forte bordée de neige, il arrive donc fréquemment que les roues arrière et les béquilles du camion soient sur une couche de glace (ou de débris en été). En tenant compte du déneigement qui vient parfois améliorer la situation une cote de 1 est attribuée.

**Question 3 : État de la cour en hiver (déneigement)**

Cote	Énoncés
4	La neige ne peut s'accumuler dans la cour entre les semi-remorques (quai intérieur fermé).
3	Entre 2 et 4.
2	Le déneigement est rapide et efficace de sorte que les accumulations de neige sont limitées.
1✓	Entre 0 et 2.
0	Des accumulations importantes de neige sont fréquentes.

Encore une fois, à cause du déneigement « sommaire » il arrive fréquemment que les camionneurs doivent marcher dans de la «neige». Une cote de 1 est attribuée.

#### Question 4 : Inclinaison de la cour

Cote	Énoncés
4	La cour est inclinée vers le quai de 10% ou plus.
3	Entre 2 et 4.
2✓	La cour est parfaitement plate.
1	Entre 0 et 2.
0	La cour est inclinée vers l'extérieur de 10% ou plus.

La cour ne présente pas d'inclinaison significative même si l'eau s'écoule vers le quai. Les camions étant «au niveau», la cour est considérée comme étant plate.

#### Question 5 : Espacement entre deux camions stationnés au quai

Cote	Énoncés
4	Il y a plus de 112 centimètres [44"] entre deux semi-remorques stationnées et ce pour toutes les semi-remorques.
3	Entre 2 et 4.
2	Il y a moins de 76 centimètres [30"] entre deux semi-remorques stationnées.
1	Entre 0 et 2.
0✓	Il y a moins de 61 centimètres [24"] entre deux semi-remorques stationnées.

La figure 1 donne une vue du quai, les portes 4, 5 et 6 ont chacune plus d'un mètre entre elles. Cependant les portes 2 et 3 sont beaucoup plus rapprochées avec moins de 60 centimètres de chaque côté. Cette question sert essentiellement à déterminer s'il y a un accès facile entre deux camions pour aller positionner une cale. Normalement la cote doit être de 0, cependant si l'utilisateur envisage sérieusement de placer des cales ou cales à plaque et détection de positionnement alors il pourrait séparer le quai en deux et ainsi trouver deux séries de mesures de retenue, ceci cependant n'est pas conseillé dans la majorité des cas à cause des différentes procédures apportées par chacune des mesures. Pour l'exemple, la cote de 0 sera accordée.

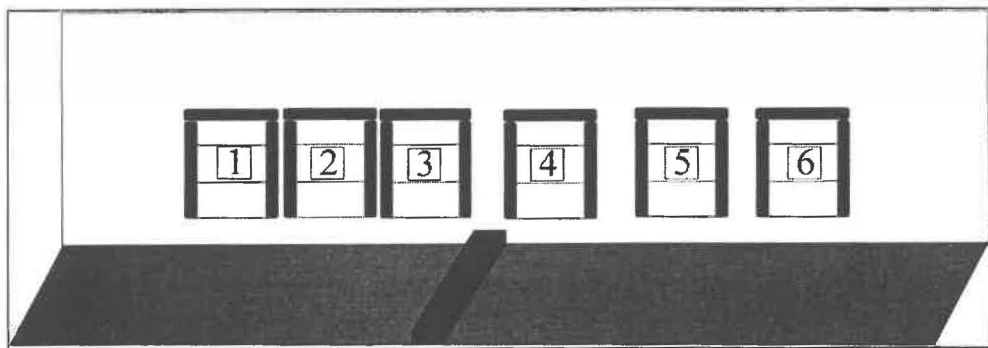


Figure 1. Quai de l'établissement

**Question 6 : Nombre de portes sur ce quai**

Cote	Énoncés
4	Il n'y a qu'une seule porte.
3	Entre 2 et 4.
2✓	Il y a de 5 à 10 portes.
1	Entre 0 et 2.
0	Il y a plus de 20 portes.

Il y a six portes, donc une cote de 2.

**Question 7 : Numérotation des portes**

Cote	Énoncés
4	Les portes sont très bien identifiées à l'extérieur et à l'intérieur, les affiches sont toujours visibles et ne portent pas à confusion.
3	Entre 2 et 4.
2✓	L'identification des portes peut porter à confusion ou encore elles ne sont pas toujours visibles par les camionneurs (noirceur, cachées...).
1	Entre 0 et 2
0	Les portes ne sont pas identifiées.

Les portes sont très bien identifiées à l'intérieur. De l'extérieur les numéros ne sont visibles que si les portes sont fermées (car les numéros sont sur les portes). S'il y a plusieurs camions aux quais il y a donc danger de confusion. La cote 2 répond parfaitement à la description.

**Question 8 : Distance maximale de la plus proche porte d'accès extérieure**

Cote	Énoncés
4	Il y a moins de 5 mètres [5'3"] entre la porte piétonne et la porte de camion la plus éloignée.
3	Entre 2 et 4.
2	Il y a moins de 20 mètres [66'] entre la porte piétonne et la porte de camion la plus éloignée.
1✓	Entre 0 et 2.
0	Il y a plus de 50 mètres [164'] entre la porte piétonne et la porte de camion la plus éloignée.

La porte qui donne accès à l'intérieur de l'établissement est située sur le côté de l'usine (à gauche sur la figure 1), la plus longue distance qu'une personne aurait à parcourir entre cette porte et la porte 6 du quai est d'environ 22 mètres : donc une cote de 1.

**Question 9 : Présence de barres anti-encastrements (barres ICC)**

Cote	Énoncés
4	La presque totalité des semi-remorques arrivant au quai possèdent une barre anti-encastrement.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Plus de 75% des semi-remorques arrivant au quai ont une barre anti-encastrement.
1	Entre 0 et 2.
0	Moins de 50% des semi-remorques arrivant au quai ont une barre anti-encastrement.

Une inspection des semi-remorques se présentant au quai confirme que la plupart mais pas la totalité des camions ont des barres anti-encastrement.

**Question 10 : État général des semi-remorques**

Cote	Énoncés
4	La presque totalité des semi-remorques arrivant au quai sont récentes et en très bon état.
3	Entre 2 et 4.
2✓	La plupart des semi-remorques arrivant au quai sont en bon état.
1	Entre 0 et 2.
0	Plusieurs des semi-remorques arrivant au quai sont relativement vieilles et leur état laisse souvent à désirer.

La plupart des semi-remorques sont en bon état. Il arrive toutefois que certaines remorques soient carrément en mauvais état. Dans ce cas-ci, nous hésitons entre une cote de 2 ou de 3. Nous choisissons l'option la plus sécuritaire : la cote 2.

**Question 11 : Longueur des semi-remorques**

Cote	Énoncés
4	La presque totalité des semi-remorques arrivant au quai ont une longueur de 16.2 m [53'] ou plus ou sont des camions-fourgons surélevé.
3	Entre 2 et 4.
2	La majorité des semi-remorques ont une longueur entre 11 m et 13.7 m [36' et 45'].
1	Entre 0 et 2.
0✓	Des semi-remorques d'une longueur de 9.75 m [32'] ou moins se présentent à l'occasion au quai.

**Note explicative :**

**Si la cote 0 s'applique, elle a priorité.**

**Les camions-fourgons surélevé doivent être considérés au même niveau que des semi-remorques de 16.2 m [53'].**

La plupart des semi-remorques ont 53 pieds de long, cependant il arrive (rarement, environ une fois par mois) qu'une semi-remorque de 32 pieds se présente à une des portes du quai. En se fiant à la note explicative, la cote de 0 doit être retenue.

**Question 12 : Nature et état de la suspension des semi-remorques durant le transbordement**

Cote	Énoncés
4	Les semi-remorques avec suspension à air sont toutes neutralisées ou il n'y a pas de semi-remorques avec suspension à air.
3	Entre 2 et 4.
2	Une partie des semi-remorques ont des suspensions à air et mais elles ne sont pas toujours neutralisées.
1✓	Entre 0 et 2.
0	La majorité des semi-remorques ont des suspensions à air et elle ne sont pas neutralisées.

Les transbordements se font souvent avec le tracteur attelé sur la semi-remorque et les suspensions à air ne sont pas toujours neutralisées<sup>1</sup>. Il n'y a pas de procédure particulière relativement aux suspensions. La cote 1 s'applique.

**Question 13 : Présence ou absence des tracteurs lors du transbordement**

Cote	Énoncés
4	Tous les transbordements se font avec le tracteur attelé à la semi-remorque ou dans des camions-fourgons surélevé.
3	Entre 2 et 4.
2✓	La majorité des transbordements se font avec le tracteur attelé à la semi-remorque ou dans des camions-fourgons surélevé.
1	Entre 0 et 2.
0	La majorité les transbordements se font sans tracteur attelé.

Une bonne partie des semi-remorques sont attelée lors de leur transbordement, mais pas toutes. Nous posons l'hypothèse que dans 70% des cas, les tracteurs restent attelés, d'où une cote de 2.

**Question 14 : Différence de hauteur entre le quai et le camion**

Cote	Énoncés
4✓	Le plancher du camion et celui du quai sont à la même hauteur ou celui du camion est plus haut.
3	Entre 2 et 4.
2	Le plancher du camion est 15 centimètres [6"] en dessous du niveau du plancher du quai.
1	Entre 0 et 2.
0	Le plancher du camion est 30 centimètres [12"] ou plus en dessous du niveau du plancher du quai.

**Note explicative :**

Cette question sert à définir l'importance de l'impact produit par la descente brusque du chariot dans la semi-remorque.

Si la dénivellation est graduelle (en pente douce) en raison de la longueur du pont niveleur, mettre une cote de 4 peut importe la différence de hauteur.

La différence de niveau n'est pas très grande, de plus (en se referant à la note) le pont niveleur est assez long, il n'y a donc pas de coup brusque lorsque le chariot s'engage dans la semi-remorque. Une cote de 4 peut donc être attribuée.

<sup>1</sup> La majorité des semi-remorques ont des suspensions à air qui se dégonflent (neutralisent) lorsqu'elles sont détachées de leur tracteur.

**Question 15 : Longueur d'appui de la lèvre du pont niveleur<sup>2</sup>**

Cote	Énoncés
4	La lèvre pénètre de plus de 30 centimètres [11¾"] dans le camion.
3	Entre 2 et 4.
2✓	La lèvre pénètre de 10 à 15 centimètres [4" à 6"] dans le camion.
1	Entre 0 et 2.
0	La lèvre pénètre de moins 5 centimètres [2"] dans le camion.

Cette longueur varie de 3 pouces à 10 pouces; donc une cote entre 1 et 3. Dans ce cas-ci la moyenne peut être utilisée, soit une cote de 2. En entreprise normalement ces valeurs ne varient pas autant d'une porte à l'autre.

**Question 16 : Masse combinée du chariot et de la charge transportée**

Cote	Énoncés
4	La masse combinée du chariot et de la charge (la plus lourde) est de moins de 6500 Kg [14 300 lbs].
3	Entre 2 et 4.
2✓	La masse combinée du chariot et de la charge (la plus lourde) est de moins de 8 500 Kg [18 700 lbs].
1	Entre 0 et 2.
0	La masse combinée du chariot et de la charge (la plus lourde) dépasse les 12 000 Kg [26 500 lbs].

Cette masse totale peut atteindre 8 000 Kg (incluant la masse du chariot, de la charge et du conducteur), ce qui correspondrait à une cote de 1. Note : Si l'utilisation d'un chariot aussi lourd est exceptionnelle (moins d'une fois par mois) il serait possible de mettre une cote supérieure et prendre des dispositions particulières lorsque le chariot lourd est utilisé (placer des chandelles, mettre plus d'une cale, laisser le tracteur sur la semi-remorque etc.).

**Question 17 : Vitesse de circulation des chariots à l'entrée ou la sortie des camions**

Cote	Énoncés
4✓	Les chariots circulent lentement, à la vitesse d'une marche normale (environ 3 Km/h ou 1.86 mph).
3	Entre 2 et 4.
2	Les chariots circulent à la vitesse d'un pas de jogging (environ 6 Km/h ou 3.73 mph).
1	Entre 0 et 2.
0	Les chariots circulent à la vitesse d'un pas de course rapide (environ 10 Km/h ou 6.21 mph).

Les chariots ne circulent pas très rapidement parce qu'ils n'ont pas l'espace suffisant pour accélérer (ils doivent tourner de 90° pour s'engager dans les camions). Ils ne vont guère plus vite qu'une personne marchant normalement (au moment où ils s'engagent dans le camion seulement), ceci vaut pour une cote de 4.

<sup>2</sup> La définition de ce qu'est la longueur d'appui de la lèvre se retrouve à la fin du questionnaire d'évaluation contextuel en annexe K.

**Question 18 : Nombre de camions transbordés durant la période la plus achalandée**

Cote	Énoncés
4	3 camions ou moins sont transbordés à l'heure pendant la période la plus achalandée.
3✓	Entre 2 et 4.
2	6 camions ou moins sont transbordés à l'heure pendant la période la plus achalandée.
1	Entre 0 et 2.
0	10 camions ou plus sont transbordés à l'heure pendant la période la plus achalandée.

Dans les périodes de grande activité il peut y avoir jusqu'à 4 ou 5 camions transbordés dans une l'heure, donc une cote de 3.

**Question 19 : Nombre de chariot transbordant simultanément un même camion (co-activité)**

Cote	Énoncés
4	Un seul chariot peut transborder un camion.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Deux chariots (ou plus) peuvent à l'occasion transborder le même camions.
1	Entre 0 et 2.
0	Deux chariots (ou plus) peuvent souvent transborder le même camions.

Il arrive occasionnellement que deux chariots chargent le même camion. Pour cette raison, nous donnons une cote de 3.

**Question 20 : Temps de résidence d'un camion au quai**

Cote	Énoncés
4	Les camions sont transbordés en moins de 30 minutes.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Les camions sont transbordés en 2 heures ou moins.
1	Entre 0 et 2.
0	Les camions peuvent passer plusieurs heures, voir des jours au quai.

Les transbordements sont généralement assez rapide, il est très rare de voir un camion garé plus de deux heures au quai. Dans la majorité des cas, le transbordement dure 30 minutes. Donc une cote de 3.

### Question 21 : Temps disponible pour les caristes

Cote	Énoncés
4	Les caristes disposent d'amplement de temps à chaque transbordement. Cette activité n'est généralement pas contrainte par le temps.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Les caristes sont parfois sous contrainte de temps et/ou disposent de peu de temps à chaque transbordement.
1	Entre 0 et 2.
0	Les caristes sont sous forte contrainte de temps pour réussir à faire tous les transbordements requis.

Les caristes ont généralement assez de temps entre les transbordements pour s'occuper par exemple de la mise en place d'une mesure de retenue, la cote de 3 peut s'appliquer ici<sup>3</sup>.

### Question 22 : Responsabilité du positionnement et du retrait des camions

Cote	Énoncés
4	La grande majorité des camions sont déplacés par un gareur et/ou uniquement par quelques camionneurs très familiers avec l'établissement et les règles de fonctionnement au quai.
3	Entre 2 et 4.
2	Les camions sont déplacés par les camionneurs eux-mêmes, qui sont toutefois assez familiers avec l'établissement et les règles de fonctionnement au quai.
1	Entre 0 et 2.
0✓	Les camions sont déplacés par les camionneurs eux-mêmes, qui sont parfois peu familiers avec l'établissement et les règles de fonctionnement au quai.

Il n'y a pas de gareur, et tel que mentionné dans le paragraphe d'introduction, les camionneurs peuvent venir de partout (ceux de l'expédition du moins) et donc ne pas être familiers avec les procédures de l'établissement. Une cote de 0 est donc appropriée.

### Question 23 : Proportion des camionneurs reprenant la même semi-remorque

Cote	Énoncés
4	Un camionneur repart normalement avec la semi-remorque qu'il a apportée.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Un camionneur repart environ une fois sur deux avec une autre semi-remorque que celle qu'il a apportée.
1	Entre 0 et 2.
0	Un camionneur ne repart généralement pas avec la semi-remorque qu'il a apportée.

#### Note explicative :

**Si un gareur s'occupe de déplacer la majorité des semi-remorques, mettre une cote de 4.**

Il n'y a pas de gareur, la notice explicative ne s'applique alors pas. Les camionneurs de l'expédition (50% des camions) repartent toujours avec la même semi-remorque alors que les camionneurs de la réception repartent la moitié du temps environ avec la semi-remorque. Nous considérons donc qu'environ 75% des camionneurs repartent avec la même semi-remorque, d'où une cote de 3.

<sup>3</sup> Pour cette question en particulier, une cote de 2, 3 ou 4 aurait le même effet, seule une cote de 0 ou 1 aurait un impact (négatif) sur une mesure, différencier entre 2, 3 ou 4 n'est alors pas d'une importance majeure.

#### Question 24 : Gestion des camionneurs durant le transbordement

Cote	Énoncés
4	Durant le transbordement, les camionneurs sont sous la surveillance constante et directe d'un responsable du transbordement ou du cariste qui effectue le transbordement de leur semi-remorque.
3	Entre 2 et 4.
2	Durant le transbordement, les camionneurs se trouvent dans un endroit prédéterminé (dans leur tracteur, dans une salle d'attente, etc.) mais ne sont pas sous la surveillance constante et directe d'un responsable du transbordement ou du cariste qui effectue le transbordement de leur semi-remorque.
1	Entre 0 et 2.
0✓	Durant le transbordement, le responsable du transbordement ou le cariste n'ont généralement aucune information sur les allées et venues du camionneur.

##### Note explicative :

**La cote choisie doit être supérieure ou égale à la cote de la question 22 (responsabilité du positionnement et du retrait des camions ) peut importe le contexte.**

Une petite pièce est réservée aux camionneurs qui attendent la fin du transbordement de leur camion. Ils peuvent cependant en sortir à volonté et circuler sur le quai. Dans les faits, il leur arrive fréquemment de regarder l'état du transbordement de leur camion. La cote de 0 est alors la plus appropriée.

#### Question 25 : Rôle du répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître

Cote	Énoncés
4	Le répartiteur a un rôle central de gestion de l'information tant auprès des caristes que des camionneurs et les responsabilités qui lui sont attitrées ne sont jamais déléguées à, ou appropriées par, d'autres personnes (par exemple, si c'est le rôle du répartiteur de donner l'autorisation de départ aux camionneurs, les caristes ne le font jamais à sa place).
3	Entre 2 et 4.
2	Le répartiteur a un rôle central de gestion de l'information tant auprès des caristes que des camionneurs et les responsabilités qui lui sont attitrées sont à l'occasion déléguées à, ou appropriées par, d'autres personnes.
1✓	Entre 0 et 2.
0	Le rôle du répartiteur est généralement flou, lui et les caristes (ou autres personnes) se partagent les responsabilités selon les besoins.

##### Note explicative :

On entend par répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître, la personne qui gère les activités au quai, notamment en ce qui a trait à la communication avec les camionneurs et la gestion des caristes.

S'il n'y a pas de répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître mais qu'un cariste est désigné pour jouer ce rôle, considérer ce cariste comme un répartiteur.

**Si personne n'est désigné pour jouer le rôle de répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître mettre une cote de 1.**

Il y a un répartiteur présent qui remet à chaque cariste le bon de chargement qu'il doit effectuer. Il gère également les allées et venues des camions. Officiellement c'est cette personne qui doit donner le OK du départ aux camionneurs. Dans les faits, ce sont souvent les caristes qui s'en occupent. Par ailleurs, sur certains quarts de travail (de soir entre autres) il n'y a pas de répartiteur et aucune procédure ne précise quoi faire en son absence. Une cote de 1 ou 2 semble indiquée pour décrire cette situation.

### Question 26 : Autorisation de départ différée

Cote	Énoncés
4	Il n'y a jamais d'autorisation de départ différée qui sont donnée.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Il y a parfois des autorisations de départ différées qui sont données.
1	Entre 0 et 2.
0	La majorité des autorisations de départ sont données en différé.

#### Note explicative :

Une autorisation de départ différée est lorsque l'on informe un camionneur ou un gareur avant la fin du transbordement qu'il pourra quitter le quai après un certain délai. Par exemple : «Viens chercher ta semi-remorque dans 20 minutes», «ça va être prêt après dîner», «Ça va être terminé à 11 :00h ce matin» etc..

Il y a rarement des autorisations de départ différées. Il est toutefois arrivé à certaines occasions que l'on dise à un camionneur qui quitte pour aller dîner : «quand tu reviendra ça sera terminé et tu pourras reprendre ta semi-remorque». Une cote de 3 semble indiquée.

### Question 27 : Niveau de formation et d'expérience des caristes affectés au quai

Cote	Énoncés
4	Les caristes reçoivent une formation détaillée d'une personne qualifiée et cette formation est rafraîchie périodiquement et ils ont une bonne expérience sur les quais de transbordement.
3✓	Entre 2 et 4.
2	Les caristes sont formés de façon informelle à leur embauche et ils ont une certaine expérience sur les quais de transbordement.
1	Entre 0 et 2.
0	Les caristes ne reçoivent aucune formation et leur expérience dans le domaine est très limitée.

#### Note explicative :

**Si la formation est faite par compagnonnage par des personnes expérimentées et qualifiées, et que les caristes ont une certaine expérience, mettre une cote de 3.**

Ne compter que l'expérience en tant que cariste au quai de transbordement.

La formation est fait par compagnonnage, et les caristes ont, d'une façon générale, une assez bonne expérience (aucun cariste de peu d'expérience ne se retrouve en charge d'un transbordement). La cote de 3 est alors appropriée.

### Question 28 : Qualité des règles et procédures pour les activités au quai

Cote	Énoncés
4	Il existe des procédures écrites et formelles prévoyant la grande majorité des situations possibles au quai. Ces règles et procédures sont très bien connues des personnes affectées aux activités au quai.
3	Entre 2 et 4.
2	Il existe des procédures formelles et écrites qui décrivent le travail routinier mais il n'y pas de procédures pour les situations inhabituelles (remorque de type inhabituel, incompatibilité entre mesure de retenue et semi-remorque, etc.). Ces procédures sont relativement bien connues des personnes affectées aux activités au quai.
1✓	Entre 0 et 2.
0	Il n'y a pas de procédure formelle ou les procédures ne sont pas bien connues des personnes affectées aux activités au quai. Il existe plutôt des façons de faire qui se sont développées avec le temps.

Il n'y a pas vraiment de procédure. Les méthodes utilisées par les caristes ont été développées avec le temps pour composer avec les différentes contraintes de la

production. Même si ces façons de faire ne sont pas formalisées, elles font consensus parmi les caristes d'expériences et sont généralement enseignées aux nouveaux. Une cote de 1 est raisonnable.

**Question 29 : Respect des règles et procédures par les employés de l'établissement pour les activités au quai**

Cote	Énoncés
4✓	Les règles et procédures sont généralement respectées sur tous les quarts de travail et de toutes les personnes concernées. L'établissement ne tolère aucune dérogation.
3	Entre 2 et 4.
2	Les règles et procédures ne sont pas toujours respectées. Il y a parfois des contournements qui sont tolérés.
1	Entre 0 et 2.
0	Les règles et procédures sont souvent contournées et cette situation est généralement tolérée.

Note explicative :

Attention, il est possible que les règles et procédures soient différentes d'un quart de travail à l'autre, la question cherche à savoir si les procédures en vigueur sont respectées.

Puisqu'il n'y a pas de procédures officielles il est difficile de savoir si elles seraient respectées. Il faut alors se fier aux attitudes et comportements relativement au respect des règles dans l'ensemble de l'entreprise. Par exemple, il semble que lorsque l'on donne une consigne ou un ordre à un cariste (mettre la ceinture, porter le casque, toujours arrêter avant de tourner à tel coin etc.) cet ordre est toujours bien respecté et ce, de tous les caristes. Ceux-ci comprennent pourquoi ils doivent observer les règles et le font méthodiquement par bonne volonté (ou par peur de mesures disciplinaires). La cote de 4 est donc attribuée.

**Question 30 : Respect des règles et procédures par les camionneurs qui se présentent au quai**

Cote	Énoncés
4	Tous des camionneurs qui se présentent au quai connaissent bien les procédures de l'établissement et les respectent généralement sans qu'il soit nécessaire d'intervenir.
3	Entre 2 et 4.
2	La plupart des camionneurs connaissent les procédures de l'établissement mais il est régulièrement nécessaire d'intervenir pour assurer leur respect.
1✓	Entre 0 et 2.
0	Plusieurs camionneurs ne connaissent pas les procédures et il est très souvent nécessaire d'intervenir pour assurer leur respect.

Note explicative :

**Si un gareur assure tous les positionnements de semi-remorques, mettre une cote de 4.**

Ici, notre questionnaire porte sur des aspects comme : Est-il possible de faire respecter les procédures qui s'adressent aux transporteurs; existe-t-il des ententes entre l'établissement et les transporteurs relativement aux règles de sécurité touchant les activités de transbordement? Comment les procédures sont-elles transmises aux camionneurs, s'assure-t-on qu'ils ont bien compris (dans le cas où ce n'est pas le gareur qui positionne la semi-remorque).

D'une façon générale, nous pouvons affirmer qu'autant les règles sont bien respectées des employés de l'établissement, autant c'est un chaos total au niveau des camionneurs extérieurs. Ces derniers peuvent venir de n'importe où et certains ne parlent ni le français ni l'anglais. Ils ont souvent des cultures différentes de sorte qu'il faut souvent insister

avant qu'ils ne se décident à obéir aux règles de l'établissement. Comme ils changent souvent nous n'octroyons qu'une cote de 1. Cette cote tient compte du fait qu'il est possible de faire respecter les règles par les camionneurs appartenant à l'établissement.

## **1.2 Deuxième étape : évaluation du niveau de sécurité**

Une fois le questionnaire complété, nous pouvons passer à l'évaluation de la sécurité. Pour ce faire, il faut entrer les cotes octroyées dans la colonne intitulée «cote» de la « grille d'évaluation », tel qu'illustré à la figure 2 ci-après.

L'utilitaire informatique calcule automatiquement le niveau de sécurité « sans aucune mesure de retenue » pour les trois événements dangereux (la ligne du bas de la figure 2<sup>4</sup>). Pour notre exemple, les niveaux de sécurité pour le départ inopiné, le glissement et le basculement sont respectivement de 2.00 2.31 et 2.38. Selon le barème établi par l'équipe de recherche<sup>5</sup>, ces valeurs sont nettement trop faibles. Pour obtenir un niveau de sécurité supérieur ou égal à 4, des corrections devront être apportées.

Il existe essentiellement deux méthodes pour améliorer la sécurité. Travailler au niveau du contexte de travail avec l'objectif d'augmenter les cotes obtenues pour les différentes questions (30) ou ajouter des mesures de retenue. On peut évidemment choisir de travailler selon les deux approches en même temps (améliorer le respect des procédures et installer un dispositif de retenue par exemple). Cette évaluation des différentes possibilités permettra de cibler les solutions les moins onéreuses permettant d'atteindre un niveau de sécurité acceptable.

---

<sup>4</sup> Certaines lignes ont été cachées pour fin de lisibilité.

<sup>5</sup> Rappel :  
0 à 3 = améliorations à apporter  
3 à 4 = améliorations souhaitables  
4 et + = niveau de sécurité acceptable

Questions	Cote	Départ opéré	Glissement	Basculement
1 Nature de la chaussée	4		4	
2 État de la chaussée aux abords du quai (glace, neige, sable, débris)	1		1	
3 État de la cour en hiver (déneigement)	1		1	
4 Inclinaison de la cour	2		2	2
5 Espacement entre deux camions stationnés au quai (portes)	0			
6 Nombre de portes sur ce quai	2	2		
7 Numérotation des portes	2	2		
8 Distance maximale de la plus proche porte d'accès extérieur	1			
9 Présence de barres anti-encastrement (barres ICC)	3			
10 État général des semi-remorques	2			2
11 Longueur des semi-remorques	0		0	0
12 Nature et état de la suspension des semi-remorques durant le transbordement	1		1	
13 Présence ou absence des tracteurs lors du transbordement	2		2	2
14 Différence de hauteur entre le quai le camion	4		4	
15 Longueur d'appui de la tôle du pont niveleur	2		2	
16 Masse combinée du chariot et de la charge transportée	2		2	2
17 Vitesse de circulation des chariots à l'entrée ou la sortie des camions	4		4	4
18 Nombre de camions transbordés durant la période la plus achalandée	3	3		
19 Nombre de chariot transbordant simultanément un même camion (co-activité)	3	3		
20 Temps de résidence d'un camion au quai	3			
21 Temps disponible pour les caristes	3			
22 Responsabilité du positionnement et du retrait des camions	0	0		
23 Proportion des camionneurs reprenant la même semi-remorque	3	3		
24 Gestion des camionneurs durant le transbordement	0	0		
25 Rôle du répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître	1	1		
26 Autorisation de départ différée	3	3		
27 Niveau de formation et d'expérience des caristes affectés au quai	3	3	3	3
28 Qualité des règles et procédures pour les activités au quai	1	1		
29 Respect des règles et procédures par les employés de l'établissement pour les activités au quai	4	4	4	4
30 Respect des règles et procédures par les camionneurs qui se présentent au quai	1	1		
Niveau de sécurité brut		2,00	2,31	2,38

**Figure 2. Évaluation du niveau de sécurité**

Certains aspects contextuels peuvent être améliorés plus facilement que d'autres. Si nous reprenons notre exemple nous constatons que les six variables suivantes pourraient être améliorées

- Question 7 sur la numérotation des portes. Cet élément, facile à modifier, ne nécessite que peu d'investissement. Il suffit de mettre un numéro au dessus ou sur les cotés des portes (à l'extérieur) et de s'assurer que ces numéros soient bien visibles en tout temps. La cote remonte ainsi à 4.
- Question 12 sur l'état de la suspension. Une cote de 1 a été attribuée car il n'y a aucune procédure. Il est envisageable d'en instaurer une qui obligerait les chauffeurs à dégonfler systématiquement les suspensions sur les semi-remorques. Il faut toutefois se souvenir que l'établissement a de la difficulté à faire respecter les procédures par les camionneurs externes ce qui compromet l'efficacité de cette solution. Pour les fins de notre exemple, supposons que l'établissement implémente cette pratique et qu'elle réussisse à avoir certains résultats, la cote pourrait alors passer de 1 à 2.
- Question 13 sur la présence des tracteurs attelés lors des transbordements. S'il était possible de laisser la totalité des semi-remorques attelées, la sécurité contre le glissement et le basculement s'en trouverait grandement améliorée. Il serait intéressant d'évaluer cette possibilité d'autant plus que si la totalité des semi-remorques restaient attelées, la mesure de retenue: «procédure de tracteur attelé» se retrouverait à être automatiquement implantée. Pour les fins de notre exemple, nous supposons toutefois que l'établissement ne peut modifier ce paramètre (ce qui est fort probable) de sorte que la cote reste inchangée.
- Question 19 sur la co-activité. Ce questionnaire montre que la co-activité existe dans l'établissement et qu'elle affecte le niveau de risque. Si les exigences de production le permettent, il est peut-être possible de limiter cette pratique. Cela ferait passer la cote de 3 à 4.
- Question 25 sur le rôle du répartiteur. Son rôle est flou et les caristes peuvent parfois s'occuper de ses tâches. De plus rien n'est précisé pour les quarts de travail où il n'est pas présent. Cette situation peut être facilement améliorée de la même façon (et en même temps) que le point suivant. En étant réaliste il est possible de dire que la cote pourrait être remontée à 3.
- Question 28 sur la qualité des règles et procédures. Il n'y a aucune procédure formelle. Il serait probablement facile d'améliorer cet aspect en faisant un consensus parmi les gens concernés; par exemple, caristes, le responsable de la sécurité, les responsables transbordement (avec l'aide d'un conseiller si nécessaire). Une fois formalisées, les règles et procédures devraient être consignées par écrit et remises à tout le personnel concerné. En restant réaliste la cote de cet exemple pourrait remonter à 3.

L'amélioration de ces six variables illustre les gains possibles. Dans cet exercice, il faut évidemment être critique face à la faisabilité des changements possibles. Il présente l'avantage de faire une évaluation systématique des éléments qui nuisent à la sécurité et ce, avant même d'envisager de nouvelles mesures de retenue. Toujours dans notre

exemple, nous constatons qu'après ces modifications<sup>6</sup> les nouvelles cotes sont maintenant de 2.54 2.38 et 2.38 respectivement pour le départ inopiné, le glissement et le basculement.

La deuxième façon d'améliorer la situation est d'avoir recours aux mesures de retenue. La figure 3 montre la partie de l'outil relié à ces mesures et à leur choix. Pour poursuivre notre exemple, deux mesures ont été choisies et cochées sur la grille, soit les cales manuelles et la «procédure de communication avec le camionneur ou gareur». Cette dernière est probablement la mesure la moins chère et est même déjà implantée si le point 6 (sur la question 28) du paragraphe précédent a été pris en compte. On constate alors que cette mesure procédurale apporte une amélioration de 0.2 contre le départ inopiné mais rien pour les deux autres événements dangereux. Quant aux cales manuelles, elles n'apportent aucune amélioration, ceci est dû en bonne partie au fait que les camionneurs externes ne respectent pas souvent les règles. L'outil tient compte de cet élément en dévaluant l'efficacité de cette mesure. Il est possible d'observer toutes les raisons qui font que les cales sont moins efficaces en analysant la matrice d'évaluation des mesures de retenue. Une conséquence de cette approche est que l'abandon de cette mesure (les cales manuelles) ne change en rien le niveau de sécurité. Le niveau de sécurité des trois événements dangereux une fois la nouvelle mesure sélectionnée donne 2.74, 2.38 et 2.38, il reste donc du travail à faire pour amener ces valeurs à un niveau acceptable.

Questions	Cote			Impact	Dispositif de retenue de la barre anti-encastrement	Impact	Dispositif de retenue des roues (auto.)	Impact	Cale manuelle	Impact	Cale à détachement de positionnement et plaque de retenue	Impact	Procédure du tracteur attelé	Impact	Chariote sous la semi-remorque	Impact	Signalisation visuelle	Impact	Alarme sonore	Impact	Procédure de communication avec camionneur ou gareur	
	Départ inopiné	Glissement	Basculement																			
Améliorations maximales possibles																						
	Départ inopiné			1,0		3,0		0,0		1,0		0,0		0,0		0,5		1,0		1,0		
	Glissement			3,0		3,0		0,5		3,0		3,0		0,0		0,0		1,0		0,0		
	Basculement			1,0		0,0		0,0		0,0		3,0		3,0		0,0		0,0		0,0		
Améliorations selon les conditions de l'entreprise																						
	Départ inopiné			0,6		1,2		0,0		0,0		0,0		0,0		0,2		0,7		0,2		
	Glissement			1,8		1,2		0,0		0,0		2,7		0,0		0,0		0,7		0,0		
	Basculement			0,6		0,0		0,0		0,0		2,7		0,0		0,0		0,0		0,0		
Sélectionner mesures réelles ou envisagées																						
								x												x		

Figure 3. Les différentes mesures de retenue et leur efficacité<sup>7</sup>

Le tableau des améliorations possibles peut aider à déterminer quelles mesures seraient utiles pour améliorer le niveau de sécurité. Dans le cas présent, le niveau de sécurité face au glissement est trop faible, il faut donc l'augmenter. En regardant la ligne correspondante (à la figure 3, la ligne pointée par une flèche) on constate que quatre mesures peuvent améliorer la situation contre le glissement, soit le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement [+1.8 contre le glissement], le dispositif de retenue des roues

<sup>6</sup> Il est parfois préférable de donner un peu de temps à l'établissement entre chaque modification majeure pour laisser le temps aux personnes concernées de se familiariser avec chacune des modifications.

<sup>7</sup> Deux mesures de retenues ont été retirées du tableau pour fin de lisibilité, soit la mesure de retenue des clefs et la mesure de relation entre le poids des chariots et la longueur des semi-remorques.

[+1.2], la procédure du tracteur attelé [+2.7] et l'alarme sonore [+0.7]. Il n'y a pas de techniques particulières pour déterminer quelles mesures seraient les meilleures pour l'établissement. La méthode la plus simple est de faire des essais et d'observer l'impact des différentes combinaisons pour ensuite choisir celle qui semble la plus intéressante. Dans le présent exemple, la procédure de tracteur attelé est très intéressante, cependant il est bien possible que cette procédure ne soit pas applicable dans cet établissement. Un choix intéressant serait un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement. Plusieurs modèles de ces dispositifs sont vendus avec un système de signalisation et une alarme sonore. Si l'on coche ces trois mesures le niveau de sécurité passe à : 4.24 ; 4.88 et 2.98 respectivement pour le départ inopiné, le glissement et le basculement. Si cette solution était implémentée, il ne resterait qu'un léger problème au niveau du basculement. L'outil nous indique qu'il ne reste plus qu'une mesure ayant un impact sur le basculement, soit la procédure de relation poids chariot / longueur semi-remorque (la procédure du tracteur attelé ayant été abandonnée et les chandelles n'améliorant plus le basculement<sup>8</sup>). Cette mesure est procédurale et ne demande donc aucun investissement financier important. Cette dernière modification amène le niveau de sécurité à 4.24 ; 4.88 et 5.38, ce qui répond aux critères de sécurité que l'établissement s'était assignée.

### **1.3 L'utilisation des fiches de mise en oeuvre**

Une fois les mesures de retenue choisies, il faut les implanter dans l'établissement. Pour guider le responsable dans cette démarche, des fiches de mise en œuvre de chacune des mesures de retenue ont été créées. Ces fiches se veulent un aide-mémoire pour la mise en place des mesures de retenue. Dans le présent exemple, les fiches sur les dispositifs de retenue de la barre anti-encastrement, celle sur la signalisation visuelle, sur l'alarme sonore et sur la procédure de relation poids chariot / longueur semi-remorque devraient être consultées. Chacune de ces fiches aide l'utilisateur à faire un choix entre les différents modèles disponible sur le marché et à identifier les procédures nécessaires au bon fonctionnement des mesures. Toutes ces procédures devraient être regroupées ensemble afin d'éliminer toutes redondances et en faciliter la diffusion et la mise en place.

---

<sup>8</sup> Cette mesure (chandelles) est généralement très efficace contre le basculement et assez simple à mettre en œuvre, l'exemple décrit ici est un cas assez particulier où la chandelle perd tous ses points, ce qui est normalement très rare.

## Annexe E. Questionnaire de l'outil

### 1. Nature de la chaussée de la cour

Cote	Énoncés
4	La chaussée est pavée (asphaltée ou bétonnée ou plaque spéciale au niveau des roues) et est en bon état.
3	Entre 2 et 4.
2	La chaussée est en gravier ou en pavé de mauvais état.
1	Entre 0 et 2.
0	La chaussée est en sable ou en terre battue.

### 2. État de la chaussée aux abords du quai (glace, neige, sable, débris)

Cote	Énoncés
4	La chaussée est toujours propre, exempt de glace ou de neige en hiver, ou de sable ou de débris sur le pavé.
3	Entre 2 et 4.
2	La glace et la neige qui se retrouvent parfois sur la chaussée sont enlevés et du sel et des abrasifs sont utilisés. Le sable ou des débris qui se retrouvent sur le pavé sont nettoyés régulièrement.
1	Entre 0 et 2.
0	De la glace et de la neige s'accumulent sur la chaussée. Du sable ou des débris s'accumulent sur le pavé.

#### Note explicative :

**Par abords du quai, on considère la zone où se trouvent généralement les roues arrière du camion (environ 3 mètres).** Le sable et les débris ont un impact sur le glissement uniquement pour une cour pavée (asphalte ou béton). Pour mieux évaluer cette question, il faut regarder le système de drainage, la pente de la cour, la présence de roulières et les protections contre les intempéries. Il faut regarder ce qui se retrouve sous les roues. S'il y a des roulières, alors l'eau peut s'y accumuler et geler, si le drainage est mauvais ou mal positionné et que l'on a une pente inclinée vers le quai, alors l'eau peut quand même s'y retrouver. Il n'y aura probablement jamais de glace dans un quai intérieur chauffé (ou du moins où la température reste au dessus de 0°C). L'orientation du quai peut aussi avoir une certaine influence, un quai faisant face au nord aura moins d'ensoleillement, la glace va fondre moins rapidement qu'un quai faisant face au sud. Ce détail a été remarqué par quelques entreprises<sup>1</sup>. La cadence à laquelle la neige est déblayée est de moindre importance, on ne peut retirer la neige qui se trouve directement sous les roues des remorques, ni enlever la glace en cas de verglas pendant que la remorque est là.

### 3. État de la cour en hiver (déneigement)

Cote	Énoncés
4	La neige ne peut s'accumuler dans la cour entre les remorques (quai intérieur fermé).
3	Entre 2 et 4.
2	Le déneigement est rapide et efficace de sorte que les accumulations de neige sont limitées.
1	Entre 0 et 2.
0	Des accumulations importantes de neige sont fréquentes.

### 4. Inclinaison de la cour

Cote	Énoncés
4	La cour est inclinée vers le quai de 10% ou plus.
3	Entre 2 et 4.
2	La cour est parfaitement plate.
1	Entre 0 et 2.
0	La cour est inclinée vers l'extérieur de 10% ou plus.

<sup>1</sup> Attention, si une porte fait face au sud, elle ne reçoit pas nécessairement d'ensoleillement.

## 5. Espacement entre deux camions stationnés au quai

Cote	Énoncés
4	Il y a plus de 112 centimètres [44"] entre deux semi-remorques stationnées et ce pour toutes les remorques.
3	Entre 2 et 4.
2	Il y a moins de 76 centimètres [30"] entre deux semi-remorques stationnées.
1	Entre 0 et 2.
0	Il y a moins de 61 centimètres [24"] entre deux semi-remorques stationnées.

Note explicative :

Correspond à la largeur du passage pour aller positionner une cale. Peut aussi être mesurée entre un mur et un camion.

## 6. Nombre de portes sur ce quai

Cote	Énoncés
4	Il n'y a qu'une seule porte.
3	Entre 2 et 4.
2	Il y a de 5 à 10 portes.
1	Entre 0 et 2.
0	Il y a plus de 20 portes.

## 7. Numérotation des portes

Cote	Énoncés
4	Les portes sont très bien identifiées à l'extérieur et à l'intérieur, les affiches sont toujours visibles et ne portent pas à confusion.
3	Entre 2 et 4.
2	L'identification des portes peut porter à confusion ou encore elles ne sont pas toujours visibles par les camionneurs (noirceur, cachées...).
1	Entre 0 et 2
0	Les portes ne sont pas identifiées.

Note explicative :

**Si le quai ne compte qu'une seule porte, mettre une cote de 4.**

**Si le quai ne compte que deux portes, mettre une cote de 2**

Une identification peut être qualifiée comme étant bonne si elle est visible en tout temps (lorsque les portes sont ouvertes, lorsque toutes les portes sont occupées par des semi-remorques, etc.) et les chiffres ou lettres qui la composent sont écrits assez gros pour que les camionneurs les distinguent facilement de l'endroit où ils doivent les rechercher.

## 8. Distance maximale de la plus proche porte d'accès extérieure

Cote	Énoncés
4	Il y a moins de 5 mètres [5'3"] entre la porte piétonne et la porte de camion la plus éloignée.
3	Entre 2 et 4.
2	Il y a moins de 20 mètres [66'] entre la porte piétonne et la porte de camion la plus éloignée.
1	Entre 0 et 2.
0	Il y a plus de 50 mètres [164'] entre la porte piétonne et la porte de camion la plus éloignée.

Note explicative :

On réfère ici à la distance maximale qu'aura à parcourir une personne pour atteindre une porte piétonne donnant accès à la cour.

## 9. Présence de barres anti-encastres (barres ICC)

Cote	Énoncés
4	La presque totalité des semi-remorques arrivant au quai possèdent une barre anti-encastrement.
3	Entre 2 et 4.
2	Plus de 75% des semi-remorques arrivant au quai ont une barre anti-encastrement.
1	Entre 0 et 2.
0	Moins de 50% des semi-remorques arrivant au quai ont une barre anti-encastrement.

## 10. État général des semi-remorques

Cote	Énoncés
4	La presque totalité des semi-remorques arrivant au quai sont récentes et en très bon état.
3	Entre 2 et 4.
2	La plupart des semi-remorques arrivant au quai sont en bon état.
1	Entre 0 et 2.
0	Plusieurs des semi-remorques arrivant au quai sont relativement vieilles et leur état laisse souvent à désirer.

### Note explicative :

Cette question permet d'évaluer indirectement l'état (qualité de construction et niveau de dégradation) des barres anti-encastrement (barres ICC).

## 11. Longueur des semi-remorques

Cote	Énoncés
4	La presque totalité des semi-remorques arrivant au quai ont une longueur de 16.2 m [53'] ou plus ou sont des camions-fourgons surélevé.
3	Entre 2 et 4.
2	La majorité des semi-remorques ont une longueur entre 11 m et 13.7 m [36' et 45'].
1	Entre 0 et 2.
0	Des semi-remorques d'une longueur de 9.75 m [32'] ou moins se présentent à l'occasion au quai.

### Note explicative :

Si la cote 0 s'applique, elle a priorité.

Les camions-fourgons surélevé doivent être considérés au même niveau que des semi-remorques de 16.2 m [53'].

## 12. Nature et état de la suspension des semi-remorques durant le transbordement

Cote	Énoncés
4	Les semi-remorques avec suspension à air sont toutes neutralisées ou il n'y a pas de semi-remorques avec suspension à air.
3	Entre 2 et 4.
2	Une partie des semi-remorques ont des suspensions à air et mais elles ne sont pas toujours neutralisées.
1	Entre 0 et 2.
0	La majorité des semi-remorques ont des suspensions à air et elle ne sont pas neutralisées.

### Note explicative :

Il y a quelques façons de neutraliser les suspensions à air, la plus répandue est de dégonfler la suspension avant le transbordement. Par contre, certaines compagnies installent directement sur leur semi-remorque un dispositif permettant de bloquer les mouvements causés par l'affaissement de la suspension. Il est à noter que le simple fait de dételer le tracteur de la semi-remorque ne permet pas nécessairement de dégonfler la suspension, bien que ce soit le cas de plusieurs modèles de semi-remorques.

### 13. Présence ou absence des tracteurs lors du transbordement

Cote	Énoncés
4	Tous les transbordements se font avec le tracteur attelé à la semi-remorque ou dans des camions-fourgons surélevé.
3	Entre 2 et 4.
2	La majorité des transbordements se font avec le tracteur attelé à la semi-remorque ou dans des camions-fourgons surélevé.
1	Entre 0 et 2.
0	La majorité les transbordements se font sans tracteur attelé.

### 14. Différence de hauteur entre le quai et le camion

Cote	Énoncés
4	Le plancher du camion et celui du quai sont à la même hauteur ou celui du camion est plus haut.
3	Entre 2 et 4.
2	Le plancher du camion est 15 centimètres [6"] en dessous du niveau du plancher du quai.
1	Entre 0 et 2.
0	Le plancher du camion est 30 centimètres [12"] ou plus en dessous du niveau du plancher du quai.

Note explicative :

Cette question sert à définir l'importance de l'impact produit par la descente brusque du chariot dans la remorque.

Si la dénivellation est graduelle (en pente douce) en raison de la longueur du pont niveleur, mettre une cote de 4 peut importe la différence de hauteur.

### 15. Longueur d'appui de la lèvre du pont niveleur(voir la page 171 pour explications)

Cote	Énoncés
4	La lèvre pénètre de plus de 30 centimètres [11¾"] dans le camion.
3	Entre 2 et 4.
2	La lèvre pénètre de 10 à 15 centimètres [4" à 6"] dans le camion.
1	Entre 0 et 2.
0	La lèvre pénètre de moins 5 centimètres [2"] dans le camion.

Note explicative :

La longueur recherchée n'est pas la longueur de la lèvre elle-même, mais la longueur utile qui s'appuie sur le plancher du camion, voir la Figure 1 et la Figure 2 à la page 171 pour un exemple de la longueur.

### 16. Masse combinée du chariot et de la charge transportée

Cote	Énoncés
4	La masse combinée du chariot et de la charge (la plus lourde) est de moins de 6500 Kg [14 300 lbs].
3	Entre 2 et 4.
2	La masse combinée du chariot et de la charge (la plus lourde) est de moins de 8 500 Kg [18 700 lbs].
1	Entre 0 et 2.
0	La masse combinée du chariot et de la charge (la plus lourde) dépasse les 12 000 Kg [26 500 lbs].

### 17. Vitesse de circulation des chariots à l'entrée ou la sortie des camions

Cote	Énoncés
4	Les chariots circulent lentement, à la vitesse d'une marche normale (environ 3 Km/h ou 1.86 mph).
3	Entre 2 et 4.
2	Les chariots circulent à la vitesse d'un pas de jogging (environ 6 Km/h ou 3.73 mph).
1	Entre 0 et 2.
0	Les chariots circulent à la vitesse d'un pas de course rapide (environ 10 Km/h ou 6.21 mph).

**18. Nombre de camions transbordés durant la période la plus achalandée**

Cote	Énoncés
4	3 camions ou moins sont transbordés à l'heure pendant la période la plus achalandée.
3	Entre 2 et 4.
2	6 camions ou moins sont transbordés à l'heure pendant la période la plus achalandée.
1	Entre 0 et 2.
0	10 camions ou plus sont transbordés à l'heure pendant la période la plus achalandée.

**Note explicative :**

Nombre de semi-remorques transbordés pendant l'heure la plus achalandée de la journée.

**19. Nombre de chariot transbordant simultanément un même camion (co-activité)**

Cote	Énoncés
4	Un seul chariot peut transborder un camions.
3	Entre 2 et 4.
2	Deux chariots (ou plus) peuvent à l'occasion transborder le même camions.
1	Entre 0 et 2.
0	Deux chariots (ou plus) peuvent souvent transborder le même camions.

**20. Temps de résidence d'un camion au quai**

Cote	Énoncés
4	Les camions sont transbordés en moins de 30 minutes.
3	Entre 2 et 4.
2	Les camions sont transbordés en 2 heures ou moins.
1	Entre 0 et 2.
0	Les camions peuvent passer plusieurs heures, voir des jours au quai.

**21. Temps disponible pour les caristes**

Cote	Énoncés
4	Les caristes disposent d'amplement de temps à chaque transbordement. Cette activité n'est généralement pas contrainte par le temps.
3	Entre 2 et 4.
2	Les caristes sont parfois sous contrainte de temps et/ou disposent de peu de temps à chaque transbordement.
1	Entre 0 et 2.
0	Les caristes sont sous forte contrainte de temps pour réussir à faire tous les transbordements requis.

**22. Responsabilité du positionnement et du retrait des camions**

Cote	Énoncés
4	La grande majorité des camions sont déplacés par un gareur et/ou uniquement par quelques camionneurs très familiers avec l'entreprise et les règles de fonctionnement au quai.
3	Entre 2 et 4.
2	Les camions sont déplacés par les camionneurs eux-mêmes, qui sont toutefois assez familier avec l'entreprise et les règles de fonctionnement au quai.
1	Entre 0 et 2.
0	Les camions sont déplacées par les camionneurs eux-mêmes, qui sont parfois peu familier avec l'entreprise et les règles de fonctionnement au quai.

**Note explicative :**

Un camionneur « très familier » est un employé de l'établissement ou travaille presque exclusivement pour l'établissement et est très familier avec les règles de fonctionnement au quai.

### 23. Proportion des camionneurs reprenant la même semi-remorque

Cote	Énoncés
4	Un camionneur repart normalement avec la semi-remorque qu'il a apportée.
3	Entre 2 et 4.
2	Un camionneur repart environ une fois sur deux avec une autre semi-remorque que celle qu'il a apportée.
1	Entre 0 et 2.
0	Un camionneur ne repart généralement pas avec la semi-remorque qu'il a apportée.

Note explicative :

Si un gareur s'occupe de déplacer la majorité des semi-remorques, mettre une cote de 4.

### 24. Gestion des camionneurs durant le transbordement

Cote	Énoncés
4	Durant le transbordement, les camionneurs sont sous la surveillance constante et directe d'un responsable du transbordement ou du cariste qui effectue le transbordement de leur remorque.
3	Entre 2 et 4.
2	Durant le transbordement, les camionneurs se trouvent dans un endroit prédéterminé (dans leur tracteur, dans une salle d'attente, etc.) mais ne sont pas sous la surveillance constante et directe d'un responsable du transbordement ou du cariste qui effectue le transbordement de leur remorque.
1	Entre 0 et 2.
0	Durant le transbordement, le responsable du transbordement ou le cariste n'ont généralement aucune information sur les allées et venues du camionneur.

Note explicative :

La cote choisie doit être supérieure ou égale à la cote de la question 22 (responsabilité du positionnement et du retrait des camions ) peut importe le contexte.

### 25. Rôle du répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître

Cote	Énoncés
4	Le répartiteur a un rôle central de gestion de l'information tant auprès des caristes que des camionneurs et les responsabilités qui lui sont attitrées ne sont jamais déléguées à, ou appropriées par, d'autres personnes (par exemple, si c'est le rôle du répartiteur de donner l'autorisation de départ aux camionneurs, les caristes ne le font jamais à sa place).
3	Entre 2 et 4.
2	Le répartiteur a un rôle central de gestion de l'information tant auprès des caristes que des camionneurs et les responsabilités qui lui sont attitrées sont à l'occasion déléguées à, ou appropriées par, d'autres personnes.
1	Entre 0 et 2.
0	Le rôle du répartiteur est généralement flou, lui et les caristes (ou autres personnes) se partagent les responsabilités selon les besoins.

Note explicative :

On entend par répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître, la personne qui gère les activités au quai, notamment en ce qui a trait à la communication avec les camionneurs et la gestion des caristes.

S'il n'y a pas de répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître mais qu'un cariste est désigné pour jouer ce rôle, considérer ce cariste comme un répartiteur.

Si personne n'est désigné pour jouer le rôle de répartiteur, coordonnateur, planificateur ou contremaître mettre une cote de 1.

## 26. Autorisation de départ différée

Cote	Énoncés
4	Il n'y a jamais d'autorisation de départ différée qui sont données.
3	Entre 2 et 4.
2	Il y a parfois des autorisations de départ différées qui sont données.
1	Entre 0 et 2.
0	La majorité des autorisations de départ sont données en différé.

### Note explicative :

Une autorisation de départ différée est quand l'on informe un camionneur ou un gareur avant la fin du transbordement qu'il pourra quitter le quai après un certain délai. Par exemple : «Viens chercher ta remorque dans 20 minutes», «ça va être prêt après dîner», «Ça va être terminé à 11 :00h ce matin» etc..

## 27. Niveau de formation et d'expérience des caristes affectés au quai

Cote	Énoncés
4	Les caristes reçoivent une formation détaillée d'une personne qualifiée et cette formation est rafraîchie périodiquement et ils ont une bonne expérience sur les quais de transbordement.
3	Entre 2 et 4.
2	Les caristes sont formés de façon informelle à leur embauche et ils ont une certaine expérience sur les quais de transbordement.
1	Entre 0 et 2.
0	Les caristes ne reçoivent aucune formation et leur expérience dans le domaine est très limitée.

### Note explicative :

**Si la formation est faite par compagnonnage par des personnes expérimentées et qualifiées, et que les caristes ont une certaine expérience, mettre une cote de 3.**

Ne compter que l'expérience en tant que cariste au quai de transbordement.

## 28. Qualité des règles et procédures pour les activités au quai

Cote	Énoncés
4	Il existe des procédures écrites et formelles prévoyant la grande majorité des situations possibles au quai. Ces règles et procédures sont très bien connues des personnes affectées aux activités au quai.
3	Entre 2 et 4.
2	Il existe des procédures formelles et écrites qui décrivent le travail routinier mais il n'y pas de procédures pour les situations inhabituelles (remorque de type inhabituel, incompatibilité entre mesure de retenue et remorque, etc.). Ces procédures sont relativement bien connues des personnes affectées aux activités au quai.
1	Entre 0 et 2.
0	Il n'y a pas de procédure formelle ou les procédures ne sont pas bien connues des personnes affectées aux activités au quai. Il existe plutôt des façons de faire qui se sont développées avec le temps.

## 29. Respect des règles et procédures par les employés de l'établissement pour les activités au quai

Cote	Énoncés
4	Les règles et procédures sont généralement respectées sur tous les quarts de travail et de toutes les personnes concernées. L'entreprise ne tolère aucune dérogation.
3	Entre 2 et 4.
2	Les règles et procédures ne sont pas toujours respectées. Il y a parfois des contournements qui sont tolérés.
1	Entre 0 et 2.
0	Les règles et procédures sont souvent contournées et cette situation est généralement tolérée.

### Note explicative :

Attention, il est possible que les règles et procédures soient différentes d'un quart de travail à l'autre, la question cherche à savoir si la procédure en vigueur est respectée.

### 30. Respect des règles et procédures par les camionneurs qui se présentent au quai

Cote	Énoncés
4	Tous des camionneurs qui se présentent au quai connaissent bien les procédures de l'établissement et les respectent généralement sans qu'il soit nécessaire d'intervenir.
3	Entre 2 et 4.
2	La plupart des camionneurs connaissent les procédures de l'établissement mais il est régulièrement nécessaire d'intervenir pour assurer leur respect.
1	Entre 0 et 2.
0	Plusieurs camionneurs ne connaissent pas les procédures et il est très souvent nécessaire d'intervenir pour assurer leur respect.

Note explicative :

**Si un gareur assure tous les positionnements de remorques, mettre une cote de 4.**

Est-il possible de faire respecter les procédures qui s'adressent aux transporteurs; existe-t-il des ententes entre l'établissement et les transporteurs relativement aux règles de sécurité touchant les activités de transbordement? Comment les procédures sont-elles transmises aux camionneurs, s'assure-t-on qu'ils ont bien compris (dans le cas où ce n'est pas le gareur qui positionne la remorque).

EXPLICATIONS SUR LA MESURE DE LA LÈVRE DU PONT NIVELEUR (QUESTION 15)

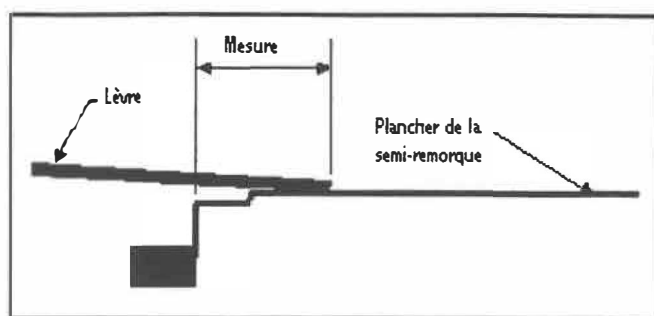


Figure 1. Mesure de la longueur d'appui de la lèvre

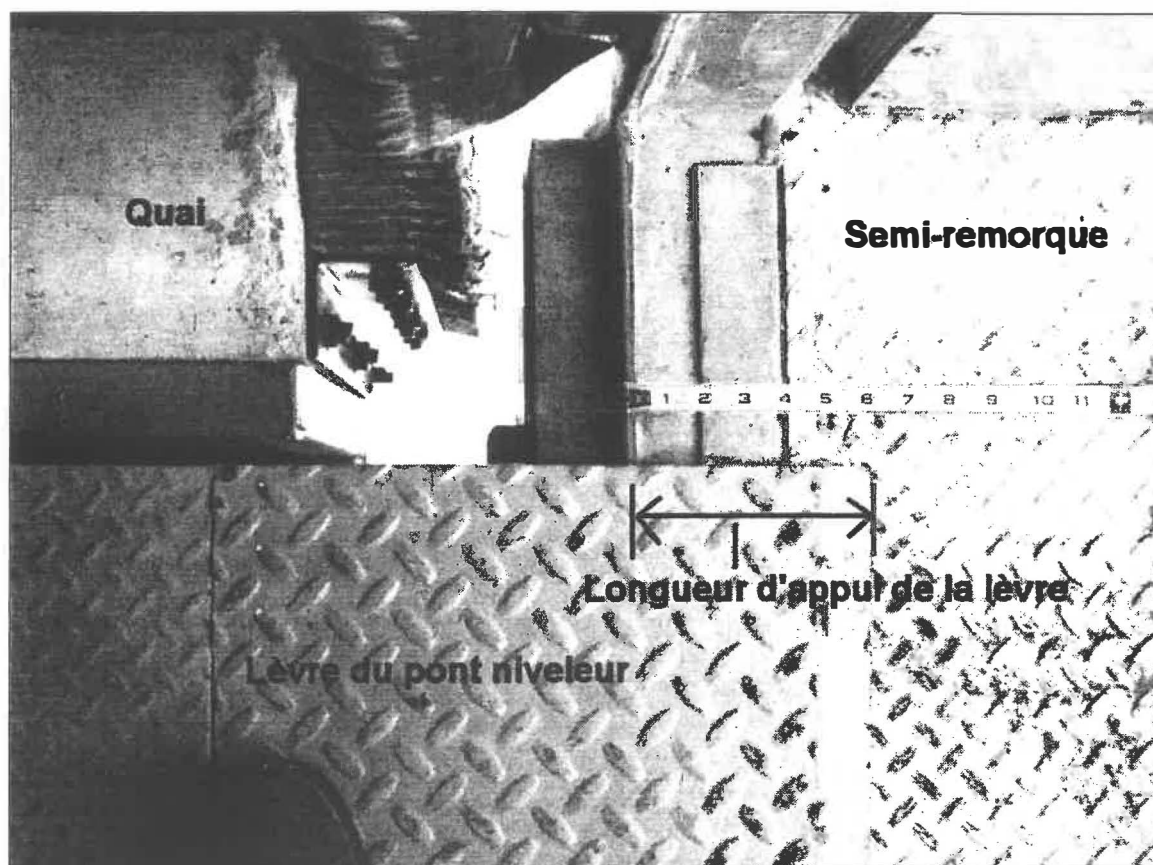


Figure 2. Longueur d'appui de la lèvre

## Annexe F. Fiches de mise en oeuvre

## Table des matières

<b>1</b>	<b>LES DISPOSITIFS DE RETENUE DE LA BARRE ANTI-ENCASTREMENT .....</b>	<b>179</b>
1.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL.....	179
1.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	179
1.2.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	179
1.2.2	<i>Position de montage</i> .....	179
1.2.3	<i>Source de puissance</i> .....	181
1.2.4	<i>Type de retenue</i> .....	181
1.2.5	<i>Détection</i> .....	184
1.2.6	<i>Commandes (boîtier avec boutons de commande)</i> .....	184
1.2.7	<i>Autres considérations</i> .....	184
1.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	185
1.3.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	185
1.3.2	<i>Installation du dispositif</i> .....	185
1.3.3	<i>Hauteur de l'installation</i> .....	185
1.3.4	<i>Formation des caristes</i> .....	186
1.3.5	<i>Information aux autres personnes</i> .....	186
1.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES .....	186
1.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	186
1.4.2	<i>Positionnement et retrait du dispositif</i> .....	186
1.4.3	<i>Assurance de mise en place</i> .....	186
1.4.4	<i>Procédure de rechange</i> .....	186
1.4.5	<i>Maintenance</i> .....	187
1.4.6	<i>Vérification de présence de barre anti-encastrément</i> .....	187
1.4.7	<i>Déneigement</i> .....	187
1.4.8	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	187
<b>2</b>	<b>LES DISPOSITIFS AUTOMATIQUES DE RETENUE DES ROUES.....</b>	<b>188</b>
2.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL .....	188
2.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	188
2.2.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	188
2.2.2	<i>Position de montage</i> .....	188
2.2.3	<i>Méthode de retenue</i> .....	189
2.2.4	<i>Interrelation avec le pont niveleur</i> .....	189
2.2.5	<i>Autres considérations</i> .....	189
2.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	190
2.3.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	190
2.3.2	<i>Installation du dispositif</i> .....	190
2.3.3	<i>Formation des caristes</i> .....	190
2.3.4	<i>Information aux autres personnes</i> .....	190
2.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	190
2.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	190
2.4.2	<i>Positionnement et retrait du dispositif</i> .....	190
2.4.3	<i>Assurance de mise en place</i> .....	191
2.4.4	<i>Procédure de rechange</i> .....	191
2.4.5	<i>Maintenance</i> .....	191
2.4.6	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	191

<b>3</b>	<b>LES CALES MANUELLES .....</b>	<b>192</b>
3.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL.....	192
3.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	192
3.2.1	<i>Objectif spécifique.....</i>	192
3.2.2	<i>Hauteur de la cale.....</i>	192
3.2.3	<i>Longueur de la cale.....</i>	192
3.2.4	<i>Largeur de la cale.....</i>	193
3.2.5	<i>Face de contact roue-cale.....</i>	193
3.2.6	<i>Surface de contact avec le sol en terrain meuble.....</i>	194
3.2.7	<i>Résistance à l'écrasement.....</i>	194
3.2.8	<i>Ergonomie.....</i>	194
3.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	194
3.3.1	<i>Objectifs spécifiques .....</i>	194
3.3.2	<i>Formation des caristes à la procédure .....</i>	194
3.3.3	<i>Formation des gareurs à la procédure.....</i>	195
3.3.4	<i>Information des camionneurs à la procédure.....</i>	195
3.3.5	<i>Installation des cales.....</i>	195
3.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	195
3.4.1	<i>Objectifs spécifiques .....</i>	195
3.4.2	<i>Positionnement des cales .....</i>	195
3.4.3	<i>Vérification du positionnement de la cale.....</i>	196
3.4.4	<i>Procédure contre le rampage « jugg » .....</i>	196
3.4.5	<i>Retrait des cales.....</i>	196
3.4.6	<i>Entretien de l'espace.....</i>	196
3.4.7	<i>Exigences de l'établissement .....</i>	196
3.4.8	<i>Connaissance et application des procédures.....</i>	196
<b>4</b>	<b>LES CALES MANUELLES AVEC DÉTECTION DE POSITIONNEMENT ET PLAQUE DE RETENUE .....</b>	<b>197</b>
4.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL.....	197
4.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	197
4.2.1	<i>Objectifs spécifiques .....</i>	197
4.2.2	<i>Hauteur de la cale.....</i>	197
4.2.3	<i>Longueur de la cale.....</i>	197
4.2.4	<i>Largeur de la cale.....</i>	197
4.2.5	<i>Face de contact roue-cale.....</i>	198
4.2.6	<i>Résistance à l'écrasement.....</i>	198
4.2.7	<i>Ergonomie.....</i>	198
4.2.8	<i>Plaque de retenue.....</i>	198
4.2.9	<i>Détection.....</i>	198
4.2.10	<i>Signalisation.....</i>	199
4.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	199
4.3.1	<i>Objectifs spécifiques .....</i>	199
4.3.2	<i>Formation des caristes à la procédure .....</i>	199
4.3.3	<i>Formation les gareurs à la procédure .....</i>	199
4.3.4	<i>Information aux camionneurs sur la procédure.....</i>	199
4.3.5	<i>Installation des cales.....</i>	199
4.3.6	<i>Installation de la plaque de retenue.....</i>	200
4.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	200
4.4.1	<i>Objectifs spécifiques .....</i>	200

4.4.2	<i>Positionnement des cales</i> .....	200
4.4.3	<i>Vérification de positionnement des cales</i> .....	200
4.4.4	<i>Retrait des cales</i> .....	200
4.4.5	<i>Entretien de l'espace</i> .....	200
4.4.6	<i>Entretien de la plaque de retenue</i> .....	201
4.4.7	<i>Exigences de l'établissement</i> .....	201
4.4.8	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	201
<b>5</b>	<b>LA PROCÉDURE DE TRACTEUR ATTELÉ</b> .....	<b>202</b>
5.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL .....	202
5.2	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	202
5.2.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	202
5.2.2	<i>Formation des caristes</i> .....	202
5.2.3	<i>Information aux camionneurs</i> .....	202
5.3	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES .....	202
5.3.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	202
5.3.2	<i>Positionnement du tracteur</i> .....	202
5.3.3	<i>Assurance de positionnement du tracteur</i> .....	202
5.3.4	<i>Procédure de rechange</i> .....	203
5.3.5	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	203
<b>6</b>	<b>LES CHANDELLES DE SUPPORT</b> .....	<b>204</b>
6.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL .....	204
6.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	204
6.2.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	204
6.2.2	<i>Corps de la chandelle</i> .....	204
6.2.3	<i>Base de la chandelle</i> .....	204
6.2.4	<i>Considérations ergonomiques</i> .....	204
6.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	204
6.3.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	204
6.3.2	<i>Formation des personnes devant placer la chandelle</i> .....	204
6.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES .....	205
6.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	205
6.4.2	<i>Détermination de la nécessité d'utiliser une chandelle</i> .....	205
6.4.3	<i>Détermination de la nécessité d'utiliser deux chandelles</i> .....	206
6.4.4	<i>Cariste responsable de placer la chandelle</i> .....	207
6.4.5	<i>Gareur responsable de placer la chandelle</i> .....	208
6.4.6	<i>Camionneur responsable de placer la chandelle</i> .....	208
6.4.7	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	208
<b>7</b>	<b>LES DISPOSITIFS DE SIGNALISATION (INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS)</b> .....	<b>209</b>
7.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL .....	209
7.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	209
7.2.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	209
7.2.2	<i>Indicateurs lumineux</i> .....	209
7.2.3	<i>Détection</i> .....	210
7.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	210
7.3.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	210
7.3.2	<i>Positionnement des indicateurs extérieurs</i> .....	210
7.3.3	<i>Visibilité</i> .....	211
7.3.4	<i>Panneaux de signalisation</i> .....	211

7.3.5	<i>Formation</i> .....	211
7.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	211
7.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	211
7.4.2	<i>Changement d'état (signalisation manuelle seulement)</i> .....	211
7.4.3	<i>Maintenance</i> .....	212
7.4.4	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	212
<b>8</b>	<b>LES ALARMES SONORES</b> .....	<b>213</b>
8.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL.....	213
8.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	213
8.2.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	213
8.2.2	<i>Détection</i> .....	213
8.2.3	<i>Alarme</i> .....	213
8.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	213
8.3.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	213
8.3.2	<i>Formation des caristes</i> .....	214
8.3.3	<i>Information des camionneurs</i> .....	214
8.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	214
8.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	214
8.4.2	<i>Maintenance</i> .....	214
8.4.3	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	214
<b>9</b>	<b>LES PROCÉDURES DE RETENUE DES CLEFS</b> .....	<b>215</b>
9.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL.....	215
9.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	215
9.2.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	215
9.2.2	<i>Moyen matériel pour la gestion des clefs</i> .....	215
9.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	215
9.3.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	215
9.3.2	<i>Formation et information des personnes concernées</i> .....	215
9.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	215
9.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	215
9.4.2	<i>Prise des clefs</i> .....	216
9.4.3	<i>Début du transbordement</i> .....	216
9.4.4	<i>Remise des clefs</i> .....	216
9.4.5	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	216
<b>10</b>	<b>LES PROCÉDURES DE RELATION ENTRE LE POIDS DU CHARIOT ET LA LONGUEUR DE LA SEMI-REMORQUE</b> .....	<b>217</b>
10.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL.....	217
10.2	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION.....	217
10.2.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	217
10.2.2	<i>Formation</i> .....	217
10.3	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES.....	217
10.3.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	217
10.3.2	<i>Évaluation du risque</i> .....	217
10.3.3	<i>Réduction du risque</i> .....	218
10.3.4	<i>Assurance de sécurité (si une méthode est appliquée)</i> .....	218
10.3.5	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	218

<b>11</b>	<b>LES PROCÉDURES DE COMMUNICATION .....</b>	<b>219</b>
11.1	DESCRIPTION ET OBJECTIF GÉNÉRAL .....	219
11.2	CONSIDÉRATIONS PHYSIQUES .....	219
11.2.1	<i>Objectif spécifique</i> .....	219
11.2.2	<i>Affiche et documents informant de la procédure</i> .....	219
11.3	CONSIDÉRATIONS D'IMPLANTATION .....	219
11.3.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	219
11.3.2	<i>Élaboration et mise en œuvre de la procédure</i> .....	219
11.3.3	<i>Canaux de communication</i> .....	220
11.4	CONSIDÉRATIONS PROCÉDURALES .....	220
11.4.1	<i>Objectifs spécifiques</i> .....	220
11.4.2	<i>Positionnement de la semi-remorque</i> .....	220
11.4.3	<i>Début du transbordement</i> .....	221
11.4.4	<i>Activités de transbordement</i> .....	221
11.4.5	<i>Fin du transbordement</i> .....	221
11.4.6	<i>Connaissance et application des procédures</i> .....	221
<b>12</b>	<b>DÉFINITIONS .....</b>	<b>222</b>

## INTRODUCTION

Le présent document regroupe les informations nécessaires pour retirer le maximum des mesures de retenue, pour aider l'utilisateur à les mettre en place et à déterminer les procédures nécessaires à leur bon fonctionnement.

Chaque mesure est divisée en trois sections : les considérations physiques, d'implantation et procédurales. Les considérations physiques font ressortir toutes les caractéristiques à tenir en compte avant d'acheter un dispositif, certains systèmes opérant mieux dans des conditions que d'autres. Les considérations d'implantation décrivent les opérations à effectuer lors de la mise en place de la mesure; la formation est une étape cruciale de l'implantation, celle-ci devrait toujours inclure une sensibilisation aux dangers que la mesure tente de réduire ainsi qu'une explication du pourquoi de la mesure. Les considérations procédurales énumèrent les caractéristiques de la procédure devant être utilisées pour que la mesure fonctionne à son plein potentiel.

## 1 LES DISPOSITIFS DE RETENUE DE LA BARRE ANTI-ENCASTREMENT

### 1.1 Description et objectif général

Un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement est un système souvent référé comme un crochet qui s'agrippe à la barre anti-encastrement (barre ICC<sup>1</sup>, RIG<sup>2</sup> ou «*bumper*»). En s'accrochant à cette barre, le dispositif vise à retenir toute la semi-remorque. Le terme «*Dok-Lok*» est parfois utilisé pour désigner ces systèmes, bien que ce terme réfère en fait à un modèle particulier.

L'objectif de ce type de mesure est de retenir physiquement la semi-remorque au quai en cas de départ inopiné ou lorsqu'il y a risque de glissement pour éviter que celle-ci s'éloigne du quai. Certains dispositifs peuvent également réduire le danger de basculement, ceux-ci n'empêchent pas le début de basculement, mais arrivent à bloquer la semi-remorque avant qu'elle n'ait le temps de basculer complètement.

Prix moyen : environ 7 000\$ par porte selon les modèles et les options choisies, incluant l'installation.

### 1.2 Considérations physiques

#### 1.2.1 Objectifs spécifiques

- a) Disposer d'une mesure fiable et robuste dans les conditions spécifiques du quai.
- b) Disposer d'une mesure pouvant opérer efficacement dans les conditions spécifiques du quai.
- c) Disposer d'une mesure pouvant accommoder le maximum de semi-remorques se présentant au quai.
- d) Optimiser les possibilités du dispositif en relation avec les composantes du quai et avec les autres mesures de retenue.

#### 1.2.2 Position de montage

##### 1.2.2.1 À l'intérieur du quai (figure 1) :

- Préférable pour sa robustesse.
- Ne cause aucun problème pour le déneigement.
- Si la neige s'accumule en quantité importante, il est possible que l'accumulation empêche le crochet de sortir de son emplacement de repos ou de retourner à cette position lors du désengagement (la neige bloque l'entrée).
- Ce dispositif peut fonctionner adéquatement même en présence d'accumulations de débris au pied du quai.

##### 1.2.2.2 Sur le mur (figure 2) :

- Sa robustesse est dépendante de son ancrage dans le quai. Le dispositif peut arracher du quai si le béton ou les ancrages ne sont pas assez résistants.

---

<sup>1</sup> ICC : Interstate Commerce Commission

<sup>2</sup> RIG : Rear Impact Guard

- Si la neige s'accumule fréquemment et de façon importante au pied du quai, le dispositif peut être arraché ou endommagé lors du déneigement. Certains modèles sont plus robustes que d'autres.
- Si le pied du quai<sup>3</sup> n'est pas recouvert ou si la neige, l'eau et les débris peuvent s'y retrouver fréquemment et de façon importante, il est possible que le fonctionnement du dispositif soit affecté (accumulation qui ralentit où bloque complètement ses mouvements).
- Pour certains modèles, une accumulation de neige ou de glace en dessous du dispositif peut le bloquer<sup>4</sup>. Un déneigement minutieux est alors nécessaire.
- Si des débris s'accumulent de façon importante au pied du quai alors ils peuvent entraver les mouvements de ce genre de dispositif.

#### 1.2.2.3 Dans le sol (figure 3):

- Dispositif ne présentant pas de saillie lorsqu'il n'est pas utilisé.
- Lorsque bien installé, ce genre de dispositif est généralement très résistant à l'effort. Toutefois, le sol doit être en asphalte ou en béton pour que ce dispositif puisse offrir la force de retenue nécessaire.
- Manifestement, ces dispositifs réagissent assez mal à l'accumulation de glace qui pourrait se former dans les cavités. Il existe cependant des mesures qui permettent d'atténuer le problème. Il est également possible qu'une accumulation de débris puisse entraver les mouvements du dispositif.
- Aucun de ces dispositifs n'a été recensé au Québec dans le cadre de cette étude.

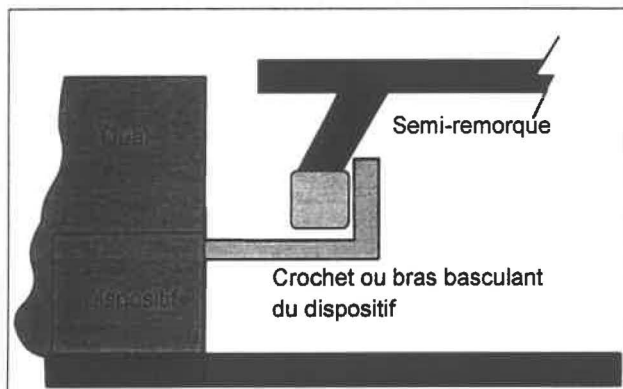


Figure 1. Dispositif à l'intérieur du quai

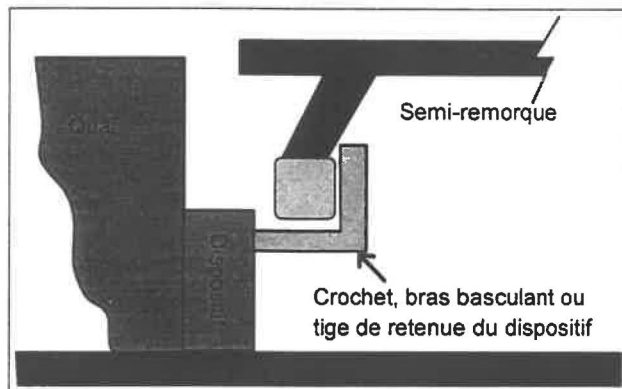


Figure 2. Dispositif positionné sur le mur

<sup>3</sup> Le pied du quai désigne une région débutant au mur du quai et qui s'étend 2 mètres plus loin dans la cour où se retrouvent les camions.

<sup>4</sup> Ces dispositifs ont un mécanisme qui monte et descend pour se positionner à la hauteur de la barre anti-encastrement. Si la neige s'accumule sous celui-ci et l'empêche de descendre assez bas alors le dispositif ou la barre anti-encastrement pourrait être endommagé.

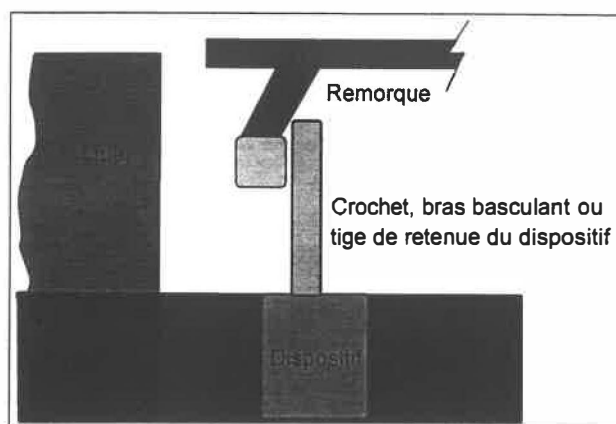


Figure 3. Dispositif dans le sol

### 1.2.3 Source de puissance

#### 1.2.3.1 *Manuelle*

- Ce dispositif requiert une opération manuelle de la part des caristes pour son positionnement.

#### 1.2.3.2 *Mécanisée*

- Permet d'être activé par une simple action sur un bouton (donc plus rapide et facile d'opération). La source de puissance peut être électrique ou hydraulique.
- Il est préférable que les dispositifs hydrauliques soient munis d'un système de chauffage du fluide pour éviter les pertes de performance par temps froid.
- Les dispositifs mécanisés offrent généralement plus d'options (grâce à leur système électronique).

### 1.2.4 Type de retenue

#### 1.2.4.1 *Avec recouvrement*

- Le seul type de crochet ayant la possibilité de retenir une semi-remorque en cas de basculement. Toutefois, le crochet et le boîtier du dispositif doivent être capable de résister aux efforts verticaux générés par le basculement.
- La géométrie du crochet (figure 4) influence l'efficacité de la retenue au basculement. Les crochets qui ne recouvrent que partiellement la barre anti-encastrement auront une efficacité très limitée contre le basculement, particulièrement si la barre anti-encastrement est ronde ou déformée.
- Ce dernier problème peut être accentué lorsque la cour est très inclinée.

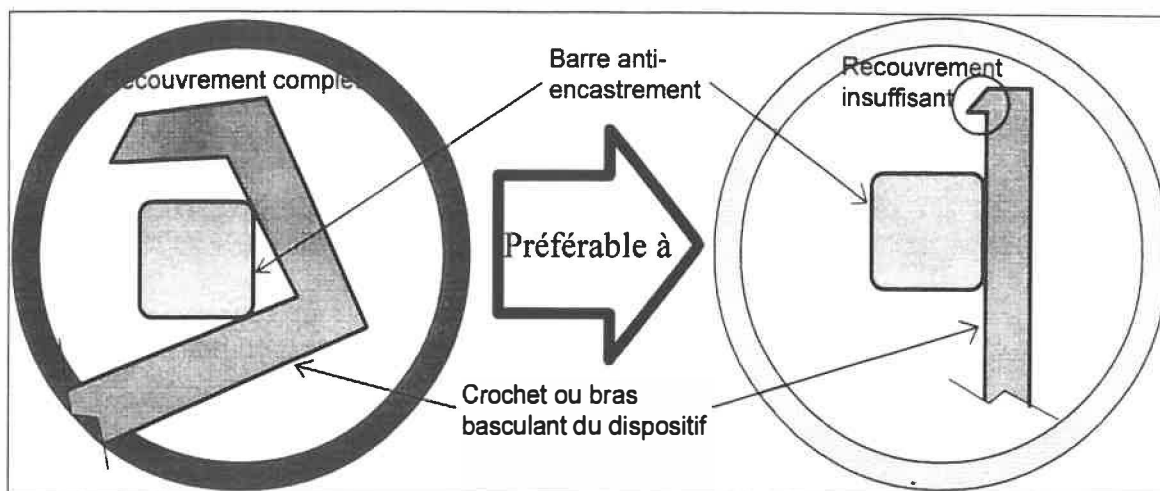


Figure 4. En terme de recouvrement, celui de gauche est préférable

#### 1.2.4.2 Jeu entre le dispositif et la barre anti-encastrement

- Plus la distance horizontale entre le crochet (ou tige de retenue<sup>5</sup>) et la barre anti-encastrement est faible, meilleure est la capacité de retenue du dispositif.
- En cas de départ inopiné, un jeu important entre le dispositif et la barre anti-encastrement permet à la semi-remorque de gagner en inertie, ce qui pourrait entraîner un décrochage ou un arrachement de la barre anti-encastrement.

#### 1.2.4.3 Hauteur de contact (figure 5, figure 6 et figure 7)

- La géométrie du crochet influence la capacité à retenir la semi-remorque en cas de départ inopiné. Les crochets dont la hauteur de contact avec la barre anti-encastrement est faible sont plus sensibles au décrochement de la barre anti-encastrement (si le dispositif permet le recouvrement alors la hauteur de contact peut être considérée satisfaisante).
- Ce problème de décrochement peut être accentué lorsque la cour est très inclinée vers l'extérieur (figure 7).

<sup>5</sup> La tige de retenue joue le même rôle que le crochet de retenue, elle a cependant la forme d'une tige droite et non d'un crochet.

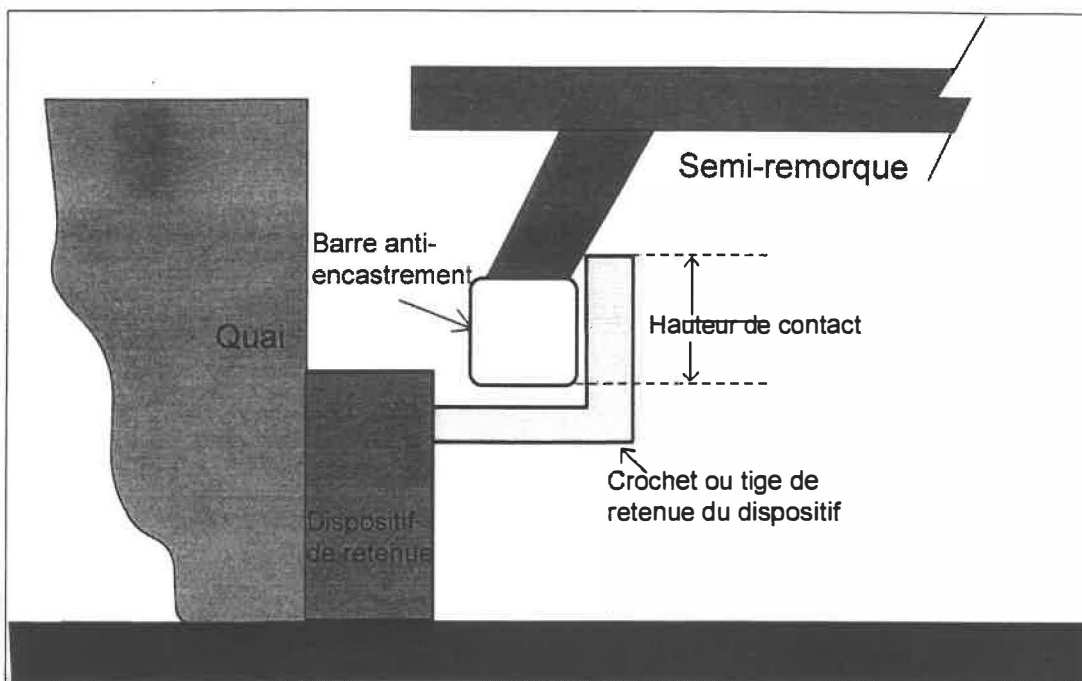


Figure 5: Définition de la hauteur de contact

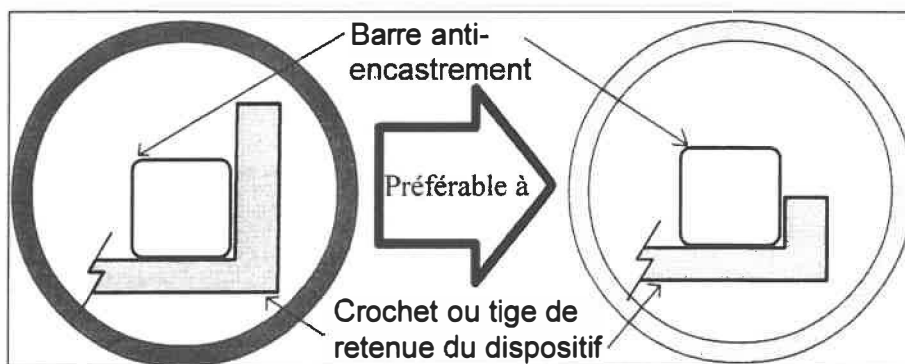


Figure 6: En terme de hauteur de contact, le dispositif de gauche est préférable

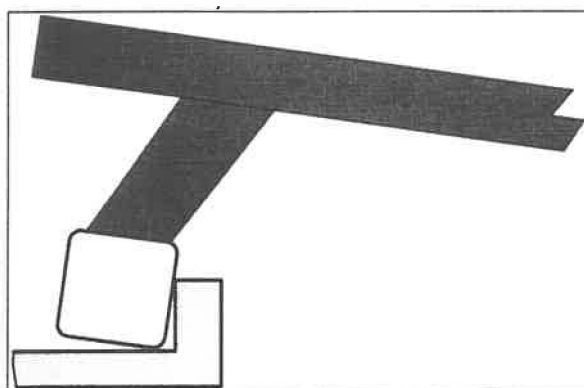


Figure 7. Lorsque la cour est inclinée, l'angle entre la barre anti-encastrement et le crochet peut faciliter le décrochage en cas de départ inopiné.

### 1.2.5 Détection

#### 1.2.5.1 *Détection constante de positionnement du dispositif*

- La détection constante consiste en un système de capteurs surveillant continuellement la situation. Ces capteurs sont couplés à un système de signalisation qui reflète continuellement leur état.
- Pour certains dispositifs, la détection ne se fait qu'au positionnement du crochet. Dans cette situation, si un élément change de position ou d'état pendant le transbordement, la signalisation ne le reflète pas.
- La détection constante est préférable à une détection au positionnement seulement car elle permet de détecter les situations où le dispositif n'est plus positionné (bris ou autres causes).
- Le système idéal détecte à la fois la présence de la barre anti-encastrement<sup>6</sup> et le positionnement du dispositif, ce qui assure que la semi-remorque est effectivement retenue.

### 1.2.6 Commandes (boîtier avec boutons de commande)

#### 1.2.6.1 *Interrelation avec le pont niveleur*

- Le système idéal permet la mise en place du dispositif puis du pont niveleur en utilisant une seule commande.
- Dans ce cas, le pont niveleur ne doit se mettre en place que lorsque le dispositif est bien positionné.
- À l'inverse, le dispositif ne peut être retiré qu'une fois le pont enlevé.
- L'action sur la commande ne doit pas déclencher simultanément le dispositif et le pont, il doit y avoir une séquence de commande qui n'autorise la mise en place du pont qu'une fois le dispositif bien positionné.

#### 1.2.6.2 *Commande de contournement (override)*

- Dans le cas où la barre anti-encastrement ne serait pas détectée ou que le dispositif ne peut être mis en place correctement, un système de contournement est nécessaire.
- L'activation de la commande de contournement doit se faire à l'aide d'une clef (ou d'un dispositif semblable) afin d'éviter l'utilisation abusive du contournement.
- Un signal, clair et distinct, doit refléter la situation de contournement pour le cariste (car la semi-remorque n'est plus retenue par le dispositif).
- La commande de contournement doit tenir compte de l'interrelation avec le pont niveleur.

### 1.2.7 Autres considérations

#### 1.2.7.1 *Auto-diagnostic*

Il est souhaitable que le dispositif soit équipé d'un système d'auto diagnostic qui surveille l'état de fonctionnement de ses principales composantes et informe l'utilisateur en cas de défaillance.

#### 1.2.7.2 *Goupille de cisaillement*

La goupille de cisaillement est une petite tige de métal qui se rompt lorsque la force de traction sur le dispositif de retenu atteint un certain seuil. Certains dispositifs sont munis d'une telle

---

<sup>6</sup> La détection de la semi-remorque ou de la position de la lèvre du pont niveleur ont un effet similaire.

goupille afin d'éviter d'endommager le dispositif lorsque la force de traction devient trop importante. Cependant, lorsque la goupille se rompt, la semi-remorque n'est plus retenue, ce qui va à l'encontre de l'objectif premier du dispositif. Il est préférable que le dispositif ne soit pas équipé d'une goupille de cisaillement<sup>7</sup>.

#### 1.2.7.3 *Suivi des mouvements verticaux*

- a) Un dispositif peut être caractérisé comme ayant un suivi des mouvements verticaux si la partie du dispositif entrant en contact avec la barre anti-encastrement de la semi-remorque se déplace de haut en bas accompagnant ainsi les mouvements verticaux de la barre (mouvements occasionnés par les variations de charge dans la semi-remorque).
- Le suivi des mouvements verticaux est surtout nécessaire pour les dispositifs à faible hauteur de contact avec la barre anti-encastrement, particulièrement lorsque les transbordements se font à partir de semi-remorques à suspensions à air.
- Une mauvaise maintenance du dispositif (lubrification) ou l'accumulation de débris ou de neige/glace peuvent gêner les mouvements verticaux du dispositif, ce qui peut entraîner un décrochage de la barre anti-encastrement.

#### 1.2.7.4 «Fail-safe»

- Un système qui continue de retenir la barre anti-encastrement en cas de perte de sa source de puissance est préférable, surtout s'il n'y a pas de système de signalisation rattaché au dispositif.

### 1.3 **Considérations d'implantation**

#### 1.3.1 Objectifs spécifiques

- a) S'assurer d'une installation adéquate du dispositif.
- b) S'assurer que les personnes interagissant ou susceptibles d'interagir avec le dispositif soient formées adéquatement.

#### 1.3.2 Installation du dispositif

- L'installation du dispositif doit être effectuée par des professionnels spécialisés et désignés par le vendeur.

#### 1.3.3 Hauteur de l'installation

- La hauteur de l'installation du dispositif doit être calculée en fonction de la plage d'opération des hauteurs du dispositif, de la plage des hauteurs des barres anti-encastrement des camions se présentant au quai et de la possibilité d'accumulation de neige sous les roues (ce qui ferait remonter les barres anti-encastrement).
- Si la hauteur entre le sol et le plancher du quai varie de porte en porte (affaissement de la chaussée, présence d'un puisard etc.), il faut positionner le dispositif à la même hauteur par rapport au sol et non par rapport au plancher du quai.

---

<sup>7</sup> Une exception à ceci, si la goupille est reliée à un système de détection et signalisation (lumière et alarme) et qu'elle se brise tout juste avant la limite de rupture du dispositif.

#### 1.3.4 Formation des caristes

- Une formation des caristes est essentielle à l'efficacité du dispositif, notamment en ce qui a trait à la compréhension détaillée du fonctionnement et à la connaissance des actions provisoires à prendre dans les cas d'exceptions (cas où le dispositif ne fonctionne pas comme prévu).

#### 1.3.5 Information aux autres personnes

- Les autres personnes susceptibles d'interagir avec le dispositif (par exemple, les camionneurs, les gens travaillant sur le quai ou les employés de maintenance pouvant se retrouver sur le quai) doivent être informées des procédures relatives à l'utilisation du dispositif. Ces personnes doivent être informées, par exemple, qu'elles ne doivent en aucun cas changer l'état du dispositif.

### 1.4 **Considérations procédurales**

#### 1.4.1 Objectifs spécifiques

- a) Définir une procédure pour le positionnement et le retrait du dispositif.
- b) Définir une procédure de rechange pour les cas où le dispositif ne peut être utilisé.
- c) Définir des mesures permettant d'assurer la fiabilité et le bon fonctionnement du dispositif.
- d) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

#### 1.4.2 Positionnement et retrait du dispositif

- Une procédure doit préciser clairement qui doit positionner le dispositif et qui doit le retirer ainsi que les conditions nécessaires pour le retirer. Sauf exceptions, une seule personne devrait être autorisée à retirer le dispositif après s'être assurée que le transbordement est bien terminé. Cette procédure doit prévoir les modalités de communication avec le camionneur ou le gareur.

#### 1.4.3 Assurance de mise en place

- Avant de transborder, le cariste doit s'assurer que le dispositif est bien accroché à la barre anti-encastrement. Une procédure prévoyant une vérification visuelle est nécessaire si le dispositif n'est pas doté d'un système de surveillance qui informe du bon positionnement du dispositif.

#### 1.4.4 Procédure de rechange

- Certains camion ne peuvent être accrochés par le dispositif (pas de barre anti-encastrement, barre en mauvais état, bris du dispositif, panne de courant, etc.). Une procédure de rechange est alors requise pour ces situations (utilisation d'une cale, retenue des clefs du camion, etc.). Cette procédure de rechange doit être connue des caristes et des camionneurs (ou gareurs).
- Cette procédure doit tenir compte des considérations de mise en œuvre qui s'appliquent.

#### 1.4.5 Maintenance

- Une procédure de maintenance préventive, incluant l'inspection périodique, doit être mise en place conformément au manuel d'utilisation fourni avec le dispositif.

#### 1.4.6 Vérification de présence de barre anti-encastrement

- L'établissement devrait faire une vérification de l'état des barres anti-encastrement sur les semi-remorques qu'elle reçoit et devrait exiger des transporteurs qu'ils se présentent avec des semi-remorques dont les barres anti-encastrement sont robustes et en bon état. Cette vérification peut être effectuée par exemple sous la forme d'une check-list, une simple inspection visuelle par le cariste ou une autre personne responsable.

#### 1.4.7 Déneigement

- Un déneigement adéquat doit être effectué pour que la neige et la glace n'entravent pas les mouvements du dispositif.

#### 1.4.8 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire elle doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 2 LES DISPOSITIFS AUTOMATIQUES DE RETENUE DES ROUES

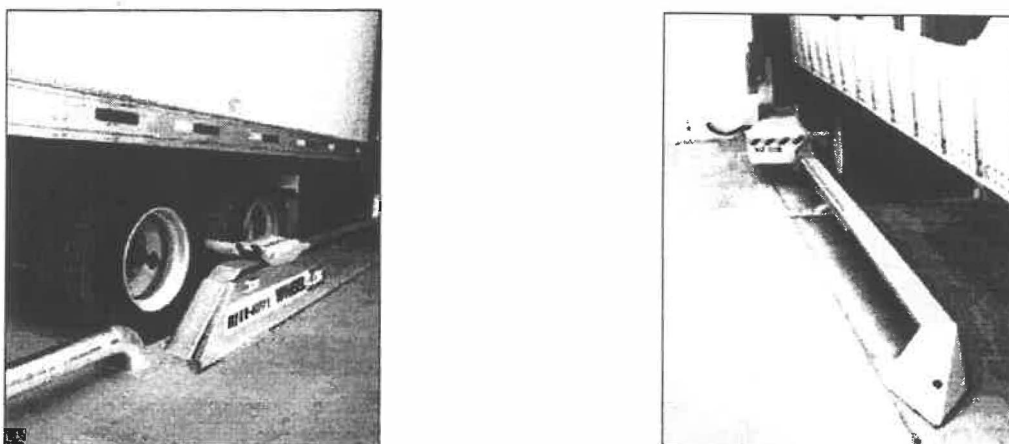


Figure 8. Exemples de dispositifs automatiques de retenue des roues

### 2.1 Description et objectif général

Les dispositifs automatiques de retenue des roues sont des systèmes qui visent à retenir le camion en maintenant une ou plusieurs roues du camion en place. Ces dispositifs sont mis en place mécaniquement (à l'appui d'un bouton) grâce à un système électrique ou hydraulique.

L'objectif de ce type de mesure est de retenir physiquement le camion au quai en cas de départ inopiné ou de risque de glissement pour éviter que celui-ci s'éloigne du quai.

Gamme de prix : 15 000\$ à 50 000\$ par porte selon les modèles et les options choisies.

### 2.2 Considérations physiques

#### 2.2.1 Objectifs spécifiques

- Disposer d'un dispositif robuste dans les conditions spécifiques du quai.
- Disposer d'un dispositif pouvant opérer dans les conditions spécifiques du quai.
- Optimiser les possibilités du dispositif en relation avec les composantes du quai et avec les autres mesures de retenue.

#### 2.2.2 Position de montage

##### 2.2.2.1 *Enfouis dans le sol :*

- Manifestement très sensible à la présence de neige et de glace.
- Le déneigement peut cependant être plus facile si le dispositif est complètement enfoui dans le sol.
- Aucun de ces dispositifs n'a été répertorié au cours de cette étude.

##### 2.2.2.2 *Au-dessus du sol (sur rail)*

- Le déneigement peut être difficile dans certaines conditions (le rail peut gêner certains types d'équipement de déneigement).

- Aucun de ces dispositifs n'a été répertorié au cours de cette étude.

### 2.2.3 Méthode de retenue

#### 2.2.3.1 *Barre*

- Une barre se déplace horizontalement pour coincer la roue bien en place lors du transbordement.
- Une barre dont la hauteur est équivalente à la hauteur du centre de la roue aura une efficacité supérieure.

#### 2.2.3.2 *Cale*

- Une cale, généralement remise dans le sol, vient se positionner derrière la roue lorsque le mécanisme de positionnement est activé.
- Voir dans cette annexe « mise en œuvre des cales manuelles » pour les dimensions à respecter. Cependant, ces cales (si elles sont d'un matériau robuste) ne s'écraseront pas et ne devraient pas non plus pivoter car elles sont fixées dans le sol.

#### 2.2.3.3 *Multicale*

- Ce système peut laisser un certain jeu entre la roue et la première cale efficace, occasionnant une possibilité de glissement limité du camion. Ceci peut entraîner la chute de la lèvre si la longueur d'appui de la lèvre est insuffisante.
- Voir dans cette annexe « mise en œuvre des cales manuelles » pour les dimensions à respecter. Cependant, ces cales (si elles sont d'un matériau robuste) ne s'écraseront pas et ne devraient pas non plus pivoter car elles sont fixées dans le sol.

### 2.2.4 Interrelation avec le pont niveleur

- Le système idéal permet la mise en place du dispositif puis du pont niveleur en utilisant une seule commande.
- Dans ce cas, le pont niveleur ne doit se mettre en place que lorsque le dispositif est bien positionné.
- À l'inverse, le dispositif ne peut être retiré que lorsque le pont niveleur est enlevé.
- L'actionnement de la commande ne doit pas déclencher simultanément le dispositif et le pont, il doit y avoir une séquence de commande.

### 2.2.5 Autres considérations

#### 2.2.5.1 *Auto-diagnostic*

- Il est souhaitable que le dispositif soit équipé d'un système d'auto diagnostic qui surveille l'état de fonctionnement de ses principales composantes et informe l'utilisateur en cas de défaillance.

#### 2.2.5.2 *Fail-safe*

- Un système qui continue d'être efficace en cas de perte de puissance est préférable, surtout s'il n'y a pas de système de signalisation rattaché au dispositif.

## **2.3 Considérations d'implantation**

### **2.3.1 Objectifs spécifiques**

- a) S'assurer d'une installation adéquate du dispositif.
- b) S'assurer que les personnes interagissant ou susceptibles d'interagir avec le dispositif soient formées adéquatement.

### **2.3.2 Installation du dispositif**

- L'installation du dispositif doit être effectuée par des professionnels spécialisés et désignés par le vendeur du dispositif.

### **2.3.3 Formation des caristes**

- Une formation est essentielle au bon fonctionnement du dispositif, notamment en ce qui a trait à la compréhension détaillée du fonctionnement et à la connaissance des actions provisoires à prendre dans les cas d'exception où le dispositif ne fonctionne pas comme prévu.

### **2.3.4 Information aux autres personnes**

- Les autres personnes susceptibles d'interagir avec le dispositif (par exemple, les camionneurs, les gens travaillant sur le quai, les employés de maintenance pouvant se retrouver sur le quai, les gens de l'équipe de déneigement etc.) doivent être informées des procédures relatives à l'utilisation du dispositif. Ces personnes doivent être informées, par exemple, qu'elles ne doivent en aucun cas changer l'état du dispositif.

## **2.4 Considérations procédurales**

### **2.4.1 Objectifs spécifiques**

- a) Définir une procédure pour le positionnement et le retrait du dispositif.
- b) Définir une procédure de rechange pour les cas où le dispositif ne peut être utilisé.
- c) Définir des mesures permettant d'assurer la fiabilité et le bon fonctionnement du dispositif.
- d) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

### **2.4.2 Positionnement et retrait du dispositif**

- Une procédure doit établir clairement qui doit positionner le dispositif et qui doit le retirer ainsi que les conditions nécessaires pour le retirer. Sauf exceptions, une seule personne devrait être autorisée à retirer le dispositif après s'être assuré que le transbordement est bien terminé. Cette procédure doit inclure les modalités de communication avec le camionneur ou le gareur.

#### 2.4.3 Assurance de mise en place

- Avant de transborder, le cariste doit s'assurer que le dispositif est bien positionné. Une procédure de vérification visuelle est nécessaire si le dispositif n'est pas doté d'un système de détection qui informe du bon positionnement du dispositif.

#### 2.4.4 Procédure de rechange

- Dans certain cas le dispositif peut ne pas fonctionner correctement (bris du dispositif, panne de courant etc.), il faut alors une procédure de rechange pour ces situations (utilisation d'une cale, retenue des clefs du camion, etc.). Cette procédure de rechange doit être connue des caristes et doit tenir compte des considérations pour la mise en œuvre qui s'appliquent.

#### 2.4.5 Maintenance

- Une procédure de maintenance préventive, incluant l'inspection périodique, doit être mise en place conformément au manuel d'utilisation fourni avec le dispositif.

#### 2.4.6 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures, pour ce faire elle doit les former ou informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

### 3 LES CALES MANUELLES

#### 3.1 Description et objectif général

Une cale est un dispositif de forme généralement (mais pas uniquement) triangulaire que l'on place manuellement sous une roue du camion. Elle vise à retenir le camion en maintenant la roue en place. Ayant une efficacité généralement très limitée contre le départ inopiné, la majorité des cales visent essentiellement à retenir le camion en cas de glissement. Ce glissement est causé par les forces d'inertie transmises au camion lors du freinage du chariot élévateur. La norme SAE J348 JUN90 « *Wheel Chocks* » précise les caractéristiques que doit posséder une cale pour assurer un minimum d'efficacité. Dans la suite du document, cette norme sera référencée pour ce qui est des dimensions des cales. Il est à noter que la grande majorité des cales disponibles sur le marché ne présentent pas les caractéristiques dictées par la norme.

Prix moyen : environ 300\$ par porte, incluant les accessoires (support, chaîne, etc.) et l'installation.

#### 3.2 Considérations physiques

##### 3.2.1 Objectif spécifique

- a) Disposer d'une cale qui peut retenir les forces engendrées par un glissement du camion ou par un roulement (freins non appliqués) de celle-ci et ce en :
- Résistant à la déformation excessive sous la charge;
  - Résistant au pivotement sous un effort de la roue;
  - Résistant au glissement sous un effort de la roue;
  - Résistant à un enfoncement dans un sol meuble.

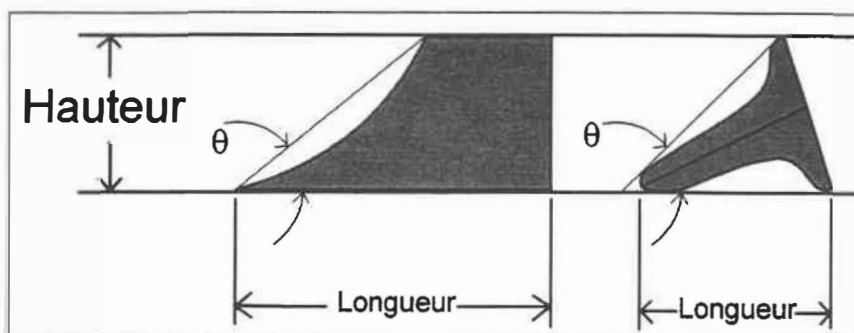


Figure 9. Définition de longueur, hauteur et angle d'une cale

##### 3.2.2 Hauteur de la cale

- Pour convenir à une roue de 44 pouces de diamètre, la cale doit avoir une hauteur minimale de 28 cm (12 pouces) selon la norme SAE J348 (figure 9).

##### 3.2.3 Longueur de la cale

- La longueur de la cale doit être au moins 1.73 fois sa hauteur, soit 53.3 cm (21 pouces) pour une cale de 30.5 cm (12 pouces) de hauteur selon la norme SAE J348.

### 3.2.4 Largeur de la cale

- La cale doit avoir une largeur équivalente à au moins les  $\frac{3}{4}$  de la largeur de la roue du camion selon la norme SAE J348, soit au moins 17.1 cm (6,75 pouces) pour convenir à la majorité des roues de semi-remorques (pneus de 9 pouces de semelle).

### 3.2.5 Face de contact roue-cale

- La face de contact entre la roue et la cale peut être droite ou préférablement concave afin de maximiser la surface de contact.
- Selon la norme SAE J348, l'angle entre la base de la cale et la face de contact entre la roue et la cale doit être compris entre  $35^\circ$  et  $45^\circ$  (voir  $\theta$  de la figure 9).
- En respectant ces dimensions (hauteur, longueur et angle), la cale prend une forme allongée qui rend son pivotement plus difficile et réduit également le danger de voir la cale s'enfoncer dans le sol sous l'effet de la charge imposée par la roue (voir figure 10, figure 11 et figure 12).

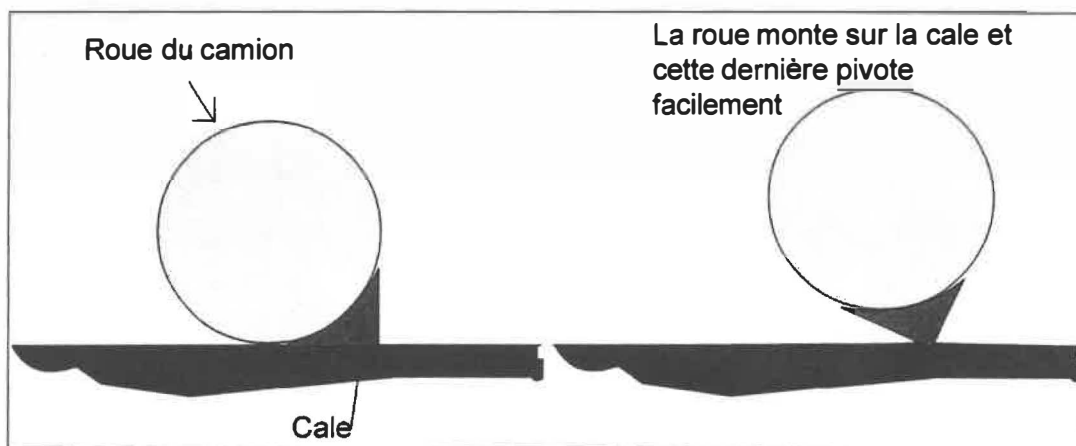


Figure 10: Cale pivotant facilement

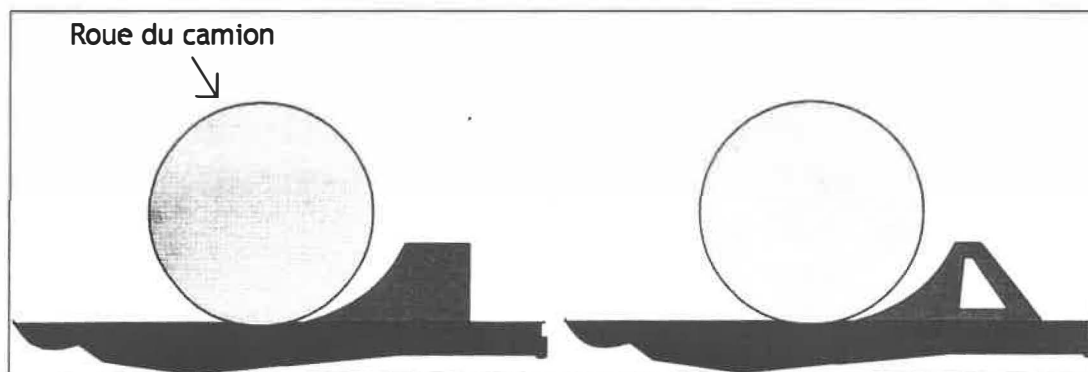


Figure 11: Cales résistant mieux au pivotement

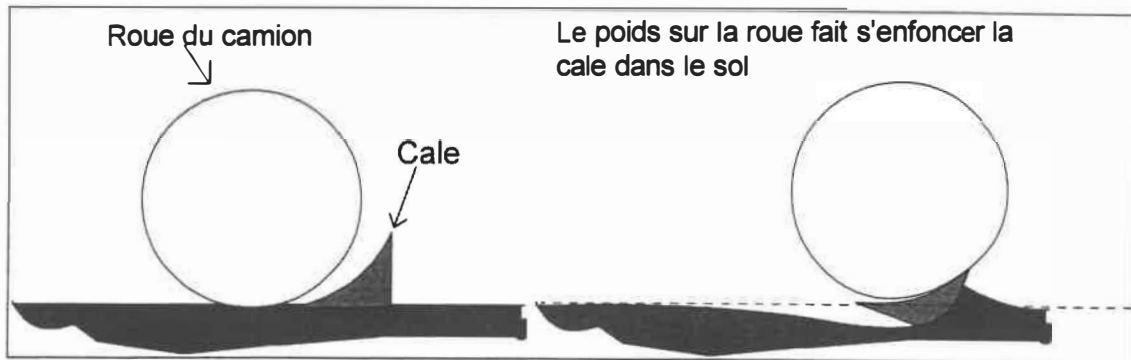


Figure 12. La cale s'enfonce dans le sol

### 3.2.6 Surface de contact avec le sol en terrain meuble

- La surface de contact avec le sol (le dessous de la cale) doit être adaptée au terrain sur lequel la cale sera utilisée. Dans le cas d'une cour en terre battue ou gravier (terrain meuble), la cale doit avoir une grande surface de contact avec le sol pour éviter de s'enfoncer (voir figure 12).

### 3.2.7 Résistance à l'écrasement

- La cale doit être constituée d'un matériau robuste ne se déformant pas sous le poids du camion. La norme SAE J348 précise les paramètres de résistance des cales en fonction du rayon de la roue. La majorité des cales en caoutchouc ou en polymère disponibles sur le marché ne résistent pas à l'écrasement par la roue d'une semi-remorque chargée. Les cales métalliques offrent de meilleures performances à cet égard.

### 3.2.8 Ergonomie

- Le poids de la cale doit être considéré pour permettre aux utilisateurs de la placer et de la retirer aisément.
- Une poignée ou une structure avec prise facile est recommandée pour la manipulation.

## 3.3 Considérations d'implantation

### 3.3.1 Objectifs spécifiques

- a) S'assurer que les personnes chargées de positionner les cales (camionneurs ou gareur) aient l'information nécessaires pour que les cales soient utilisées adéquatement.
- b) S'assurer que les cales soient disponibles, facilement accessibles et en bon état.

### 3.3.2 Formation des caristes à la procédure

- Une formation est essentielle à l'application adéquate de la mesure.
- Les caristes doivent connaître les limites d'efficacité des cales manuelles.
- Les caristes doivent savoir quoi faire dans toutes les circonstances (cales non placée, refus du camionneur de placer la cale, cale absente ou utilisée sur un autre camion, etc.).

### 3.3.3 Formation des gareurs à la procédure

- Le cas échéant, les gareurs doivent également être formés aux procédures impliquant la cale, entre autres sur la manière de positionner les cales.

### 3.3.4 Information des camionneurs à la procédure

- Les camionneurs doivent être informés des procédures s'ils ont à placer les cales. Des affiches bien en évidence devraient le leur rappeler. Il est également souhaitable de les informer de cette procédure à l'entrée du site, surtout si les camionneurs ne sont pas familiers avec l'établissement.

### 3.3.5 Installation des cales

- Les cales sont difficiles à installer si l'espace entre deux camions est de moins de 60 cm (23½ pouces), dans ces situations la cale devrait être installée de l'autre côté du camion ou une autre mesure devrait être utilisée.
- Les cales devraient être remisées sur un support lorsqu'elles ne sont pas sous la roue, pour éviter qu'elles ne soient couvertes de neige en hiver et pour qu'elles soient facilement réparables et accessibles.
- Elles devraient également être attachées solidement à ce support par une corde ou une chaîne, afin d'éviter qu'elles se retrouvent hors de la zone d'utilisation. La corde ou la chaîne peut aussi être utilisée pour manipuler la cale ou pour la localiser dans la neige.
- L'endroit doit être éclairé et non encombré.
- Des affiches à la vue des camionneurs doivent indiquer clairement où et comment installer les cales. Ces affiches doivent être bien visibles dans la zone de positionnement, et non seulement à l'intérieur de l'usine.

## 3.4 **Considérations procédurales**

### 3.4.1 Objectifs spécifiques

- a) Définir une procédure pour le positionnement adéquat de la cale.
- b) Définir des mesures permettant aux caristes de s'assurer du positionnement de la cale.
- c) Définir une procédure permettant de s'assurer du bon fonctionnement de la mesure.
- d) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

### 3.4.2 Positionnement des cales

- Une personne doit positionner la cale dès l'arrivée de la semi-remorque au quai de la manière suivante :
  - Elle doit normalement être positionnée sur une roue extérieure à l'arrière du camion, préférablement à gauche;
  - Elle doit être à plat et parallèle à la roue;
  - Elle doit être positionnée directement sous la roue du camion (le centre de la cale vis-à-vis le centre de la roue), et le plus près possible de celle-ci. Un espace de 1 à 2 centimètres entre la roue et la cale peut être laissé pour faciliter le retrait de la cale si la roue s'affaisse un peu (lors d'un chargement).

### 3.4.3 Vérification du positionnement de la cale.

- Une vérification visuelle est préférable, mais une confirmation du camionneur ou du gareur peut être acceptable.
- Si, lors de la vérification de positionnement de la cale, le cariste constate qu'elle est absente, il doit prendre les moyens nécessaires pour qu'elle soit positionnée correctement, soit en demandant à la personne concernée de le faire, soit en le faisant lui-même.

### 3.4.4 Procédure contre le rampage « juqq »

- Le rampage est un mouvement d'avance par « à coups », causé par la déformation de la suspension à air à chaque fois que le chariot entre et sort de la semi-remorque (lorsque les freins sont appliqués).
- Ce mouvement est très difficile à contrer par une simple cale. Ce type de glissement peut cependant être contré par une procédure simple qui consiste à neutraliser la suspension à air, soit en la dégonflant, soit en plaçant un dispositif qui neutralise complètement la suspension pendant le transbordement<sup>8</sup>.

### 3.4.5 Retrait des cales

- À la fin du transbordement, une seule personne doit être autorisée à retirer la cale. La cale doit être remise sur son support de rangement.

### 3.4.6 Entretien de l'espace

- L'endroit où est placée la cale ainsi que le chemin d'accès doivent être entretenus (déneigés / déglacés).

### 3.4.7 Exigences de l'établissement

Si l'établissement fait affaire avec une ou plusieurs compagnies de transport, il pourrait exiger de ces compagnies qu'elles fassent respecter les règles et procédures qui s'appliquent à leur personnel. Des mesures disciplinaires doivent être prévues en cas de non-respect des procédures.

### 3.4.8 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les personnes concernées connaissent et respectent les procédures, pour ce faire elle doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux employés, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

---

<sup>8</sup> Sur certains modèles de semi-remorque la suspension à air se neutralise automatiquement lorsqu'elles sont dételées du tracteur. Attention, cela n'est pas le cas de tous les modèles.

## 4 LES CALES MANUELLES AVEC DÉTECTION DE POSITIONNEMENT ET PLAQUE DE RETENUE

### 4.1 Description et objectif général

Les cales manuelles à détection de positionnement et plaque de retenue sont semblables aux cales manuelles simples puisqu'elles s'installent devant une roue du camion. Elles visent à empêcher le camion de quitter le quai inopinément et de glisser. Elles présentent toutefois des caractéristiques supplémentaires par rapport aux cales manuelles. Elles ne sont pas positionnées directement sur le sol, mais sur une plaque métallique dont la forme s'harmonise avec le dessous de la cale afin de réduire les risques de glissement. De plus, elles possèdent un système qui détecte si une roue est devant la cale, confirmant ainsi (à l'aide d'un système de signalisation) le bon positionnement de la cale.

L'objectif de ce type de mesure est de retenir le camion contre un glissement ou un départ inopiné et de donner une information supplémentaire au cariste et au camionneur sur l'état de la mesure.

Prix moyen : 3500\$ par porte, incluant l'installation.

### 4.2 Considérations physiques

#### 4.2.1 Objectifs spécifiques

- a) Disposer d'une cale qui peut retenir les forces engendrées par un glissement du camion et ce en :
  - Résistant à la déformation excessive sous la charge;
  - Résistant au pivotement sous un effort de la roue;
  - Résistant au glissement sous un effort de la roue.
- b) Disposer d'un système de détection / communication permettant au cariste et au camionneur (ou gareur) de connaître l'état du dispositif.

#### 4.2.2 Hauteur de la cale

- Pour convenir à une roue de 44 pouces de diamètre, la cale doit avoir une hauteur minimale de 28 cm (12 pouces) selon la norme SAE J348 (figure 9).

#### 4.2.3 Longueur de la cale

- La longueur de la cale doit être au moins 1.73 fois sa hauteur, soit 53.3 cm (21 pouces) pour une cale de 30.5 cm (12 pouces) de hauteur selon la norme SAE J348.

#### 4.2.4 Largeur de la cale

- La cale doit avoir une largeur équivalente à au moins les  $\frac{3}{4}$  de la largeur de la roue du camion selon la norme SAE J348, soit au moins 17.1 cm (6,75 pouces) pour convenir à la majorité des roues de semi-remorques (pneus de 9 pouces de semelle).

#### 4.2.5 Face de contact roue-cale

- La face de contact entre la roue et la cale peut être droite ou préférablement concave afin de maximiser la surface de contact.
- Selon la norme SAE J348, l'angle entre la base de la cale et la face de contact entre la roue et la cale doit se situer entre 35° et 45° (voir  $\theta$  de la figure 9).
- En respectant ces dimensions (hauteur, longueur et angle), la cale prend une forme allongée qui rend son pivotement plus difficile (voir figure 10 et figure 11).

#### 4.2.6 Résistance à l'écrasement

- La cale doit être constituée d'un matériau robuste ne se déformant pas sous le poids du camion. La norme SAE J348 précise les paramètres de résistance des cales en fonction du rayon de la roue. La majorité des cales en caoutchouc ou en polymère disponibles sur le marché<sup>9</sup> ne résistent pas à l'écrasement par la roue d'une semi-remorque chargée. Les cales métalliques offrent de meilleures performances à cet égard.

#### 4.2.7 Ergonomie

- Le poids de la cale doit être considéré pour permettre aux utilisateurs de la placer et de la retirer aisément.
- Une poignée ou une structure avec prise facile est recommandée pour la manipulation.

#### 4.2.8 Plaque de retenue

- L'objectif principal de la plaque de retenue est d'augmenter la résistance au glissement de la cale et aussi de limiter l'enfoncement de la cale dans le sol. Pour ce faire, la plaque devra posséder une surface rugueuse ou avec des aspérités qui viendront limiter le glissement de la cale.
- La plaque doit être maintenue solidement sur le sol pour que son effet soit réel.

#### 4.2.9 Détection

- Un système de détection doit déterminer si la cale est bien en place devant la roue. Ce système doit nécessairement être relié à un système de signalisation.
- Ce système devrait être fiable et difficile à contourner.
- Il doit envoyer le signal de bon positionnement seulement une fois la cale bien positionnée sur la face de la roue, et non simplement lorsque la cale n'est plus à sa position de repos.

---

<sup>9</sup> Toutes les cales caoutchouc ou en polymère mises à l'épreuve lors de cette étude n'ont pas résistées à l'écrasement. Puisqu'elles représentaient un échantillon typique des cales disponibles sur le marché, il est raisonnable d'affirmer que les autres cales du même genre réagiront de la même façon.

#### 4.2.10 Signalisation

- La signalisation doit refléter clairement l'état du dispositif ; le cariste doit être certain que le camion est bien calé avant de transborder. D'autre part, le camionneur devrait recevoir les deux messages suivants de la signalisation<sup>10</sup> :
  - S'il peut retirer les cales ou non;
  - S'il peut quitter le quai ou non

### 4.3 Considérations d'implantation

#### 4.3.1 Objectifs spécifiques

- a) S'assurer que les personnes chargées de positionner les cales (camionneurs ou gareur) aient l'information nécessaire pour que les cales soient utilisées adéquatement.
- b) S'assurer d'une installation adéquate des cales au quai.

#### 4.3.2 Formation des caristes à la procédure

- Une formation est essentielle pour assurer une efficacité maximale du dispositif. Les caristes doivent savoir quoi faire dans toutes les circonstances (cale non placée, refus du camionneur de placer la cale, cale ou signalisation défectueuse etc.)

#### 4.3.3 Formation des gareurs à la procédure

- Le cas échéant, les gareurs doivent également être formés aux procédures impliquant l'utilisation de la cale, entre autres sur la manière de positionner les cales et sur l'interprétation de la signalisation.

#### 4.3.4 Information aux camionneurs sur la procédure

- Si les camionneurs doivent placer les cales, ils doivent être au courant des procédures. Des affiches, placées bien en évidence, devraient le leur rappeler. Il est également souhaitable de les informer verbalement de cette procédure à leur entrée sur le site (surtout si les camionneurs ne sont pas familiers avec l'établissement).

#### 4.3.5 Installation des cales

- Les cales devraient être faciles à trouver et à installer.
- Elles devraient être munies d'un mécanisme de facilitation du positionnement qui garde la cale au-dessus du sol à l'état de repos ou devraient posséder un support pour être remises lorsqu'elles ne sont pas sous la roue, pour éviter qu'elles ne soient couvertes de neige en hiver et pour qu'elles soient faciles à atteindre.
- Elles doivent préférablement être rattachées solidement à ce support par une corde, une chaîne ou le mécanisme de positionnement (bras articulé). L'objectif étant d'éviter que les cales se retrouvent hors de leur zone d'utilisation. Par ailleurs, la corde ou le mécanisme de positionnement est utile pour manipuler ou retrouver la cale dans la neige.
- L'endroit où les cales sont remises et utilisées doit être éclairé et non encombré.

---

<sup>10</sup> Ces deux messages pourraient être transmis par le même signal (lumière verte), bien que ceci ne soit pas recommandé puisque le camionneur pourrait être tenté de quitter sur une lumière verte alors que la cale est toujours présente.

- Des affiches, bien en vue des camionneurs, doivent indiquer clairement où et comment installer les cales. Ces affiches doivent être vues avant ou pendant les manœuvres de positionnement des camions, et non une fois le camionneur arrivé à l'intérieur de l'usine.

#### 4.3.6 Installation de la plaque de retenue

- La plaque de retenue (dentelée) doit être installée par des personnes qualifiées conformément aux instructions du fabricant. Lorsque positionnée, la cale devrait reposer entièrement sur la plaque.

### 4.4 **Considérations procédurales**

#### 4.4.1 Objectifs spécifiques

- a) Définir une procédure pour le positionnement adéquat de la cale.
- b) Définir des mesures permettant aux caristes de s'assurer que la cale est bien positionnée.
- c) Définir une procédure permettant de s'assurer du bon fonctionnement de la mesure.
- d) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

#### 4.4.2 Positionnement des cales

- Une personne doit positionner la cale dès l'arrivée du camion au quai de la manière suivante :
  - Elle doit être positionnée sur la roue extérieure à l'arrière du camion, préférablement à gauche;
  - Elle doit être à plat et parallèle à la roue;
  - Elle doit être positionnée directement sous la roue du camion (le centre de la cale vis-à-vis le centre de la roue), et le plus près possible de celle-ci. Un espace de 1 à 2 centimètres entre la roue et la cale peut être laissé pour faciliter le retrait de la cale si la roue s'affaisse un peu (lors d'un chargement).

#### 4.4.3 Vérification de positionnement des cales.

- Ce système est équipé d'une détection de positionnement de la cale contre la roue qui a été conçu afin d'informer le cariste du bon positionnement de la cale.
- Si la cale n'a pas été positionnée correctement, il est indispensable que le cariste prenne les moyens nécessaires pour remédier à cette situation.

#### 4.4.4 Retrait des cales

- Une fois le transbordement terminé, une et une seule personne<sup>11</sup> doit être autorisée à retirer les cales. La cale doit être remise à sa position de rangement.

#### 4.4.5 Entretien de l'espace

- L'endroit où est placée la cale ainsi que le chemin pour s'y rendre doivent être entretenus (déneigés / déglacés).

---

<sup>11</sup> Peut être le camionneur, même s'il est différent à chaque fois.

#### 4.4.6 Entretien de la plaque de retenue

- La plaque doit être parfaitement exempte de neige, de glace et de débris pour que la mesure fonctionne correctement.
- S'il y a possibilité d'accumulation de glace et de neige, l'établissement devra s'équiper d'un système chauffant ou devra faire un déneigement fréquent et minutieux de la plaque dentelée.
- Un nettoyage fréquent de la plaque est également requis pour retirer tous débris pouvant s'y retrouver.

#### 4.4.7 Exigences de l'établissement

- L'établissement doit exiger des compagnies avec qui elles fait affaire, qu'elles fassent respecter les règles et procédures spécifique à l'établissement. Elle devrait également prendre des mesures disciplinaires en cas de non-respect des procédures.

#### 4.4.8 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures, pour ce faire elle doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 5 LA PROCÉDURE DE TRACTEUR ATTELÉ

### 5.1 Description et objectif général

La procédure de tracteur attelé implique qu'un tracteur soit toujours attelé à la semi-remorque pendant l'opération de transbordement et que les freins de celle-ci soient engagés.

L'objectif de cette procédure est d'éliminer le risque de basculement de la semi-remorque et de réduire les probabilités de glissement. En effet, si les freins du tracteur sont appliqués, les risques de glissement sont grandement réduits.

### 5.2 Considérations d'implantation

#### 5.2.1 Objectif spécifique

- a) S'assurer que toutes les personnes concernées ont reçu l'information nécessaire et, le cas échéant, la formation associée à cette procédure.

#### 5.2.2 Formation des caristes

- Une formation est essentielle à l'efficacité de la mesure. Les caristes doivent savoir quoi faire dans toutes les circonstances, particulièrement dans les cas d'exception (le tracteur ne peut resté attelé, le tracteur doit être retiré pour quelques minutes, etc.).

#### 5.2.3 Information aux camionneurs

- Les camionneurs doivent être informés de la procédure. Par exemple, des affiches à la vue des camionneurs peuvent indiquer clairement qu'ils doivent laisser leur tracteur attelé sur la semi-remorque.
- Des documents écrits peuvent également être utilisés.

### 5.3 Considérations procédurales

#### 5.3.1 Objectifs spécifiques

- a) Définir une procédure qui garantisse que les transbordements se feront toujours avec le tracteur attelé à la semi-remorque.
- b) Définir les mesures à prendre pour les cas d'exceptions.
- c) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

#### 5.3.2 Positionnement du tracteur

- Le camionneur doit positionner normalement sa semi-remorque, laisser le tracteur attelé et s'assurer que les freins du tracteur et de la semi-remorque sont engagés.

#### 5.3.3 Assurance de positionnement du tracteur

- Avant de commencer le transbordement, le cariste doit s'assurer que le tracteur est bien attelé à la semi-remorque, soit en regardant, soit en demandant au camionneur.

- Si le tracteur n'est pas attelé, le cariste (ou une personne désignée) doit demander au camionneur de le faire.
- Si le tracteur ne peut rester attelé (le tracteur doit quitter l'établissement, un autre tracteur doit y être attelé, etc.) alors des mesures de rechange doivent être utilisées.

#### 5.3.4 Procédure de rechange

- Il est possible que certains établissements ne puisse appliquer la procédure tout le temps; certaines semi-remorques devant être dételées pour une raison quelconque. Si cette situation se produit, il est nécessaire de mettre en place une des mesures de rechange suivantes :
  - Attendre qu'un tracteur soit attelé à la semi-remorque pour procéder au transbordement;
  - Utiliser une autre mesure de retenue selon les dangers en présence<sup>12</sup>;
  - Faire un transbordement manuellement.

#### 5.3.5 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire elle doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

---

<sup>12</sup> À cette étape les mesure permettant de contrer les risques devraient être connus, la cale (glissement) et la chandelle (basculement) pourraient être des solutions alternatives. Ou encore réserver une porte pour les camions devant être dételés et équiper cette porte d'un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement avec recouvrement.

## 6 LES CHANDELLES DE SUPPORT

### 6.1 Description et objectif général

Une chandelle est un support métallique qui est placé à l'avant d'une semi-remorque lorsque le tracteur n'y est plus attelé. Celle-ci offre alors un support supplémentaire à la semi-remorque. Normalement, la hauteur de la chandelle est variable pour accommoder les différentes hauteurs de semi-remorques.

L'objectif des chandelles est de prévenir le basculement de la semi-remorque vers l'avant et/ou la défaillance des béquilles.

Prix moyen : environ 400\$ par chandelle.

### 6.2 Considérations physiques

#### 6.2.1 Objectif spécifique

a) Disposer d'une chandelle capable de prévenir le basculement.

#### 6.2.2 Corps de la chandelle

- La chandelle doit être fabriquée d'un matériau résistant et être capable de supporter une charge verticale d'au moins 10 000Kg (22 050 lbs).

#### 6.2.3 Base de la chandelle

- La base de la chandelle doit être assez large pour éviter qu'elle ne bascule lorsque la semi-remorque bouge un peu et pour éviter quelle ne s'enfonce dans le sol (surtout si ce dernier est meuble; gravier, terre battue humide, etc.).

#### 6.2.4 Considérations ergonomiques

- La chandelle devrait être munie de poignées facilitant sa manipulation et posséder un système de roues pour faciliter ses déplacements ou être très légère pour permettre à l'utilisateur de la soulever facilement.

### 6.3 Considérations d'implantation

#### 6.3.1 Objectif spécifique

a) Assurer une formation adéquate aux personnes devant placer la chandelle (caristes ou gareurs selon le choix de l'établissement).

#### 6.3.2 Formation des personnes devant placer la chandelle

- Une formation est nécessaire à l'efficacité de la mesure. Selon le contexte, différentes personnes peuvent être responsables de placer la chandelle. Il est cependant toujours de la

responsabilité du cariste de déterminer si une chandelle doit être utilisée et si elle est effectivement utilisée.

- Si un gareur s'occupe de toutes les semi-remorques, il est préférable que celui-ci s'occupe de placer les chandelles. Si l'accès au quai est partagé entre un gareur et des camionneurs, l'établissement devrait décider qui du gareur ou du cariste doit positionner les chandelles.
- Si les camionneurs sont très familiers avec l'établissement, ils pourraient être responsables de placer la chandelle. Cette solution est cependant peu recommandable car l'établissement a généralement moins de contrôle sur les camionneurs.

## 6.4 Considérations procédurales

### 6.4.1 Objectifs spécifiques

- a) Définir une procédure afin de déterminer si une chandelle doit être utilisée.
- b) Définir une procédure afin de déterminer si une ou deux chandelles sont requises.
- c) Définir une procédure pour le positionnement de la ou des chandelles si besoin est.
- d) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

### 6.4.2 Détermination de la nécessité d'utiliser une chandelle

La chandelle sert uniquement à contrer le basculement. Ce danger n'est cependant pas présent dans toutes les situations. Dans le but de sauver du temps et des opérations inutiles, il est possible, pour le cariste, de déterminer si les chandelles sont vraiment requises en analysant les éléments suivants : la présence du tracteur, la longueur de la semi-remorque, le poids du chariot et de la charge, l'inclinaison de la cour et la vitesse de circulation du chariot dans les semi-remorques. Le (tableau 1) schématise les situations où le danger est présent.

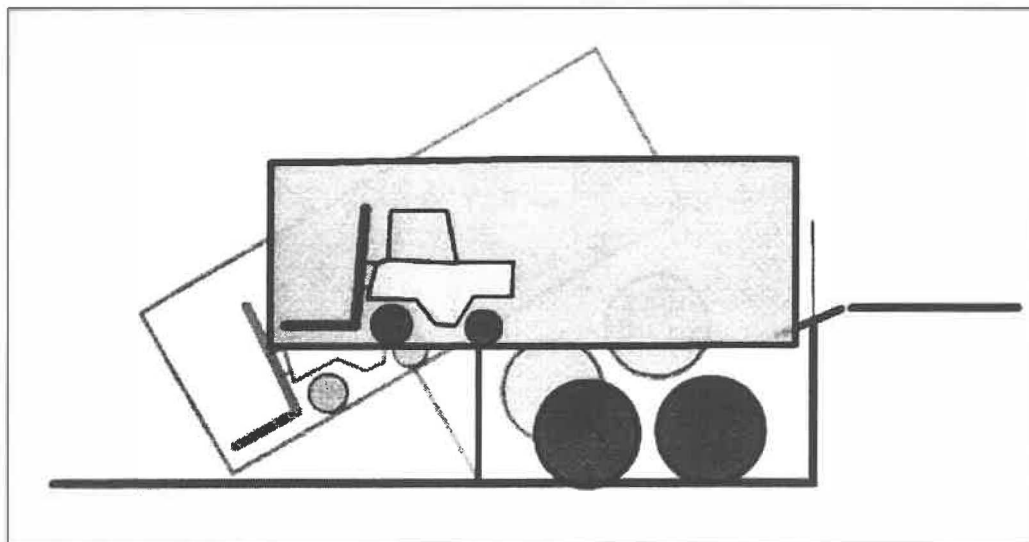
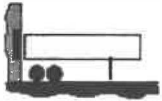
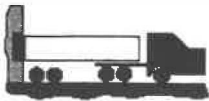


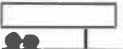








Figure 13: Situation à risque (semi-remorque courte)

**Tableau 1**  
**Évaluation du risque de basculement**

<b>Évaluation du risque de basculement</b>			
	Risque plus grand	Risque plus faible	Risque nul
<b>Présence du tracteur</b>			
<b>Longueur de la remorque</b>	 - de 42 pieds	 42 pieds ou +	 53 pieds
<b>Masse du chariot et de la charge</b>	 + de 18 700 lbs	 - de 18 700 lbs	
<b>Inclinaison de la cour</b>			
<b>Vitesse de circulation</b>	 Pas de course	 Vitesse de marche lente	

#### 6.4.3 Détermination de la nécessité d'utiliser deux chandelles

Lorsque la semi-remorque est en mauvais état, ses béquilles peuvent être plus sujettes à s'effondrer sous l'effort. Il peut alors se produire un basculement latéral de la semi-remorque et ce, malgré la présence d'une chandelle (figure 14). Il est alors recommandé d'installer deux chandelles au devant de la semi-remorque, ou d'utiliser une chandelle double (figure 15).

En allant placer la première chandelle, il est recommandé de faire une inspection rapide des béquilles de la semi-remorque. Si elles semblent solides alors une seule chandelle est nécessaire, sinon une deuxième chandelle pourrait être utile pour prévenir un basculement latéral (affaissement des béquilles).

Note : Il existe des doubles-chandelles disponibles sur le marché (voir la figure 15)

Il est évidemment important que la ou les chandelles soient placées avant le début des activités de transbordement.

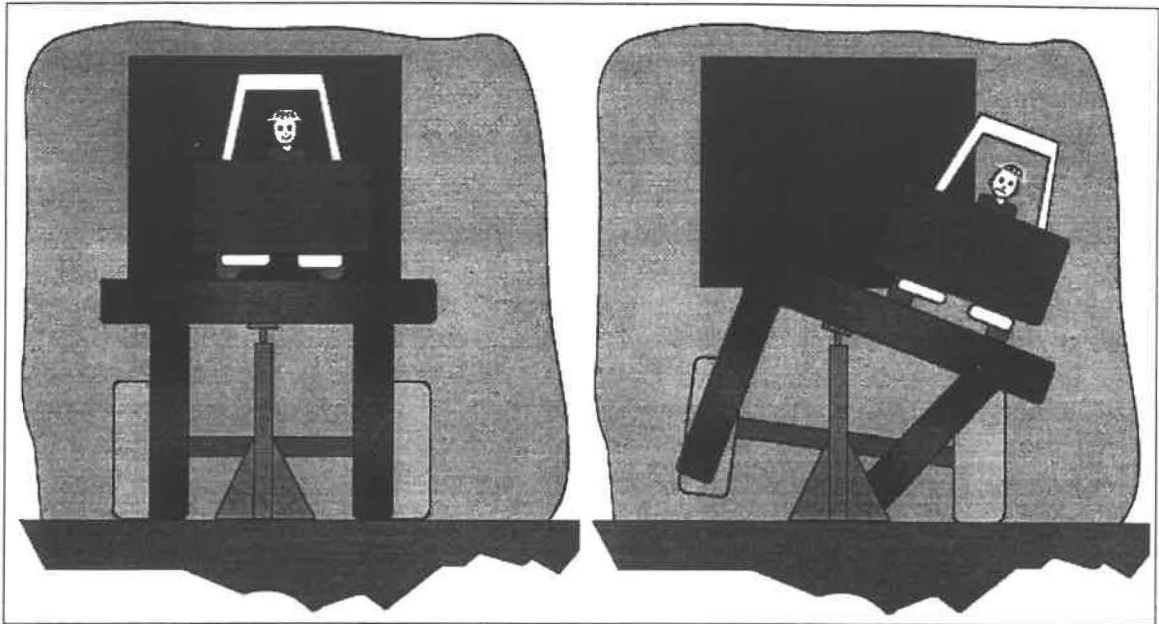


Figure 14: Si une béquille cède, la semi-remorque peut basculer latéralement malgré la présence d'une chandelle.

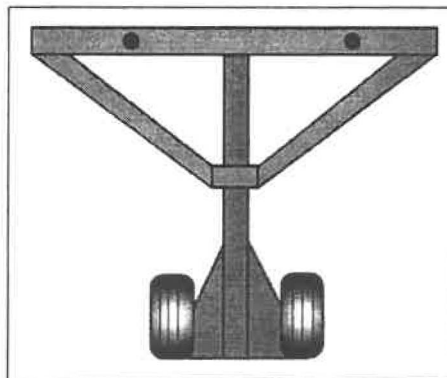


Figure 15: Une double chandelle ayant le même effet que deux chandelles

#### 6.4.4 Cariste responsable de placer la chandelle

- Le cariste doit déterminer s'il faut placer une chandelle, et si oui, il doit déterminer s'il est préférable d'en mettre deux<sup>13</sup>.
- Si une chandelle ou plus est jugée nécessaire alors le cariste doit la/les positionner.
- S'il y a co-activité (plusieurs caristes transbordant la même semi-remorque) alors tous les caristes doivent attendre d'être informés que le transbordement est sécuritaire avant que celui-ci ne débute.

<sup>13</sup> L'établissement peut également décider de mettre des chandelles systématiquement sous toutes les semi-remorques.

#### 6.4.5 Gareur responsable de placer la chandelle

- Le gareur doit déterminer s'il faut placer une chandelle, et si oui, il doit déterminer s'il est préférable d'en mettre deux.
- Si une ou deux chandelles doivent être positionnées alors le gareur doit les placer.
- Une fois l'opération terminée il informe le cariste que la situation est sécurisée et le transbordement peut débuter.
- Une fois l'autorisation du départ reçue et confirmée, le gareur peut retirer les chandelles et déplacer la semi-remorque.

#### 6.4.6 Camionneur responsable de placer la chandelle

- Le cariste doit déterminer s'il faut placer une chandelle, et si oui, il doit déterminer s'il est préférable d'en mettre deux. Il en informe le camionneur.
- Une fois les chandelles placées le camionneur en informe le cariste et celui-ci peut débuter le transbordement.
- Le camionneur peut retirer les chandelles seulement après avoir reçu la confirmation de son autorisation de départ.

#### 6.4.7 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les personnes concernées connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire, il doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 7 LES DISPOSITIFS DE SIGNALISATION (INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS)

### 7.1 Description et objectif général

Les dispositifs de signalisation permettent de transmettre des informations aux caristes et aux camionneurs sur l'état de la situation du transbordement et, le cas échéant, sur l'état de certains dispositifs de retenue mécaniques. Ils sont généralement constitués d'indicateurs lumineux rouges et verts, mais peuvent également comporter d'autres couleurs ou, plus rarement, être d'une nature autre que lumineuse (système à drapeau par exemple).

L'objectif de la signalisation est de prévenir un départ inopiné en informant les différents intervenants de l'état du transbordement et en les avertissant d'une situation dangereuse.

Prix moyen : environ 200\$ par porte

### 7.2 Considérations physiques

#### 7.2.1 Objectifs spécifiques

- a) Disposer d'un système de signalisation qui informe correctement de la situation de transbordement.
- b) Disposer d'un système de signalisation qui détecte une situation dangereuse.
- c) Disposer d'un système de signalisation qui est facilement visible des caristes et des camionneurs ou gareurs.

#### 7.2.2 Indicateurs lumineux

##### 7.2.2.1 Ampoules

- Les ampoules doivent être d'une intensité adéquate, particulièrement pour les indicateurs extérieurs.
- Il est préférable d'avoir des indicateurs lumineux composés de deux ampoules ou de plusieurs LED plutôt qu'une seule ampoule qui peut parfois ne plus fonctionner sans que l'on s'en rende compte. Les systèmes équipés de dispositifs d'auto diagnostic qui informent le cariste lorsqu'une ampoule est brûlée sont également adéquats si le remplacement est effectué rapidement.

##### 7.2.2.2 Code de couleur des indicateurs extérieurs

- Le code de couleur devrait être simple (p. exemple : rouge = ne pas quitter, vert, autorisation de départ). Un code complexe avec lumières clignotantes et avec plusieurs combinaisons de couleurs peut porter à confusion.
- Si le code de couleur est plus complexe que rouge fixe et vert fixe, il est préférable de mettre une affiche bien en vue des camionneurs indiquant la signification des états de la signalisation. Par exemple, les cales à détection de positionnement et plaque de retenue pourraient avoir 4 états, soit le quai libre (lumière verte, déplacement du camion permis), le camion au quai (lumière jaune clignotante, il faut placer la cale), le transbordement en cours (lumière rouge, ne pas déplacer du camion) et le pont niveleur retiré (lumière verte clignotante, il faut retirer la cale).

### 7.2.2.3 Code de couleur des indicateurs intérieurs

- Le code de couleur des indicateurs intérieurs peut être un peu plus complexe que celui à l'extérieur puisqu'il est généralement possible de mieux former les caristes. Il peut refléter, par exemple, l'état d'un éventuel dispositif de retenue ou du pont niveleur, ainsi qu'un état de contournement.

### 7.2.3 Détection

#### 7.2.3.1 État du transbordement

- La signalisation doit refléter clairement l'état du transbordement (transbordement débuté, transbordement terminé, départ du camion permis). Pour cela, il est souhaitable que le dispositif de signalisation reflète l'état du pont niveleur.
- Si cela ne peut pas être réalisé automatiquement, un mode manuel doit être prévu.

#### 7.2.3.2 Danger

- Il est souhaitable que la signalisation puisse indiquer un danger imminent avec la détection d'une des situations suivantes:
  - La chute de la lèvre du pont niveleur;
  - L'avancement du camion (ou de la barre anti-encastrement);
  - Une pression excessive sur un dispositif de retenue de la barre anti-encastrement<sup>14</sup>;
  - Une pression excessive sur une cale<sup>15</sup>.

## 7.3 Considérations d'implantation

### 7.3.1 Objectifs spécifiques

- a) Former les caristes au code de signalisation et au fonctionnement du système.
- b) Informer les camionneurs sur le code de signalisation.
- c) Installer et positionner correctement les dispositifs de signalisation.

### 7.3.2 Positionnement des indicateurs extérieurs

- Les indicateurs doivent être installés à gauche du camion (le camionneur doit la voir dans son miroir gauche). Note : L'idéal serait que la signalisation soit placée directement devant le camion (drapeau<sup>16</sup> ou lumière). Cependant ceci n'est pas toujours possible.
- Si la lumière est directionnelle, elle devrait être orientée vers le miroir du tracteur.

---

<sup>14,15</sup> Cette pression excessive est exercée tout juste avant un départ inopiné, il est tout de même possible que le dispositif retienne le camion, mais les probabilités de départ inopiné sont néanmoins présentes.

<sup>16</sup> Le drapeau fait référence à une mesure de signalisation où deux drapeaux, un devant le tracteur, l'autre devant l'entrée de la semi-remorque se positionnent grâce à un système de poulies. I.e. lorsque le drapeau à l'intérieur de l'usine est relevé, celui devant le tracteur s'abaisse automatiquement et vice-versa.

### 7.3.3 Visibilité

- Un effort doit être fait pour que la lumière soit toujours visible. Si le soleil peut frapper directement dans les indicateurs lumineux alors leur contraste peut devenir très réduit. Des pare-soleil doivent alors être utilisés.

### 7.3.4 Panneaux de signalisation

- Lorsque le code de couleur est plus complexe que rouge fixe et vert fixe, est préférable d'installer des panneaux visibles par le camionneur (lorsqu'il est dans son camion) l'informant de la signification des lumières et des actions à prendre (figure 16).
- Le ou les panneaux doivent être rédigés dans la ou les langues normalement comprises par les camionneurs qui se présentent au quai.





Chargement en cours, Ne pas déplacer la remorque		Chargement en cours, Ne pas déplacer la remorque
Pont en place, cale non détectée, Positionnez la cale		Pont en place, cale non détectée, Positionnez la cale
Transbordement terminé, Retirez la cale		Transbordement terminé, Retirez la cale
Pas de chargement en cours, Placez/retirez la remorque		Pas de chargement en cours, Placez/retirez la remorque

Figure 16: Exemple de panneau de signalisation

### 7.3.5 Formation

- La formation des caristes est essentielle à l'efficacité de la mesure. Le cariste doit connaître la signalisation et savoir comment réagir en fonction du message transmis par le système.

## 7.4 Considérations procédurales

### 7.4.1 Objectifs spécifiques

- Définir une procédure établissant les modes opératoires pour les systèmes manuels.
- Définir des mesures permettant d'assurer la fiabilité du système.
- S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

### 7.4.2 Changement d'état (signalisation manuelle seulement)

- Dans le cas d'une signalisation manuelle, le cariste doit changer la signalisation en mode transbordement (extérieur rouge, intérieur vert) dès qu'il installe le pont niveleur.
- Le cariste met la signalisation en mode «départ camion autorisé» après avoir retiré le pont niveleur.

#### 7.4.3 Maintenance

- Un programme de maintenance périodique doit être instauré pour vérifier l'état du système d'indicateurs lumineux. Dans le cas d'un système avec ampoules simples, la maintenance devrait être plus fréquente que pour des ampoules à LED. Quant au système de capteurs il devrait être testé périodiquement.

#### 7.4.4 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire elle doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 8 LES ALARMES SONORES

### 8.1 Description et objectif général

L'alarme sonore est un dispositif destiné à prévenir d'un danger en émettant un signal sonore. L'alarme dont il est question ici retentit lorsqu'une situation dangereuse et imminente a été détectée.

L'objectif de l'alarme sonore est d'avertir le camionneur et le cariste d'une situation dangereuse et imminente et d'arrêter les activités avant qu'un accident ne se produise.

Certains modèles de dispositifs possèdent un indicateur sonore qui retentit pour signaler l'état du dispositif et non pour signaler une situation dangereuse. Cette fonction n'est pas considérée comme une mesure de retenue.

### 8.2 Considérations physiques

#### 8.2.1 Objectifs spécifiques

- a) Disposer d'un système fiable capable de détecter les situations dangereuses.
- b) Disposer d'une alarme distincte ne pouvant être confondue avec une autre et pouvant être entendue par le cariste et le camionneur.

#### 8.2.2 Détection

- Le système de détection et son alarme associée doivent signaler une des situations dangereuses suivantes :
  - La chute de la lèvre du pont niveleur;
  - L'avancement du camion ou de la barre anti-encastrément au-delà d'une position sécuritaire (en fonction de la longueur de la lèvre du pont niveleur);
  - Une pression excessive sur un dispositif de retenue de la barre anti-encastrément;
  - Une pression excessive sur une cale;
  - Le retrait inopiné d'une cale ou d'une cale à détection de positionnement et plaque de retenue.

#### 8.2.3 Alarme

- L'alarme doit être d'une intensité assez forte pour être entendue par le cariste et le camionneur.
- L'alarme doit avoir une sonorité distincte des autres alarmes pouvant retentir dans l'usine.
- L'alarme doit avoir une tonalité signifiant clairement la présence d'un danger.

### 8.3 Considérations d'implantation

#### 8.3.1 Objectif spécifique

- a) Informer les caristes et les camionneurs de la signification de l'alarme et des mesures à prendre en cas d'alarme.

### 8.3.2 Formation des caristes

- Les caristes doivent être au fait de l'alarme, de ce qu'elle représente et de ce qu'ils doivent faire lorsqu'elle retentit.

### 8.3.3 Information des camionneurs

- Les camionneurs doivent savoir comment réagir s'ils entendent l'alarme.
- Une courte formation pour les gareurs ou les camionneurs familiers est souhaitable.
- Des affiches visibles par le camionneur doivent indiquer quoi faire si l'alarme retentit.

## 8.4 **Considérations procédurales**

### 8.4.1 Objectifs spécifiques

- a) S'assurer d'un système fiable et fonctionnel.
- b) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

### 8.4.2 Maintenance

- Une maintenance, incluant des tests de bon fonctionnement doit être effectuée périodiquement.

### 8.4.3 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire il doit les former ou les informer selon le cas. Entre autres, les intervenants doivent savoir interpréter correctement le signal d'alarme et prendre les actions adéquates.
- Une attention particulière doit être apportée aux nouveaux intervenants. Ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 9 LES PROCÉDURES DE RETENUE DES CLEFS

### 9.1 Description et objectif général

La procédure de retenue des clefs consiste à exiger du camionneur qu'il remette les clefs du camion à un responsable (cariste ou autre) qui les conservera jusqu'à la fin des activités de transbordement.

Cette mesure n'est évidemment applicable que lorsque le tracteur reste attelé à la semi-remorque ou qu'un camion-fourgon surélevé est utilisé.

L'objectif de cette mesure est de réduire les probabilités d'occurrence d'un départ inopiné en s'assurant que le camionneur ne puisse quitter le quai avec son camion.

### 9.2 Considérations physiques

#### 9.2.1 Objectif spécifique

- a) Disposer d'un moyen matériel permettant de conserver les clefs.

#### 9.2.2 Moyen matériel pour la gestion des clefs

Un moyen matériel permettant de conserver les clefs hors de la portée des camionneurs durant toute la durée du transbordement doit être prévu. Par exemple, il peut s'agir d'un panneau avec crochets identifiés ou d'un crochet sur chaque porte de quai.

### 9.3 Considérations d'implantation

#### 9.3.1 Objectif spécifique

- a) S'assurer que les intervenants concernés connaissent, comprennent et appliquent la procédure.

#### 9.3.2 Formation et information des personnes concernées

- Les intervenants doivent être formés ou informés de la procédure à l'aide d'affiche et/ou de documents écrits.

### 9.4 Considérations procédurales

#### 9.4.1 Objectifs spécifiques

- a) S'assurer que les clefs sont remises avant le début du transbordement.
- b) S'assurer que les clefs sont retournées à leur propriétaire seulement une fois que le transbordement est complété.
- c) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

#### 9.4.2 Prise des clefs

- Une fois le camion positionné, le camionneur remet ses clefs à la personne désignée (cariste ou coordonnateur). Cette dernière s'assure que le tracteur est effectivement attelé à la semi-remorque (dans le cas d'un camion semi-remorque) et place les clefs à l'endroit prévu par la procédure.

#### 9.4.3 Début du transbordement

- Une fois que les clefs ont été remises à la personne désignée, celle-ci peut autoriser le début des activités de transbordement. À tout moment, pendant le transbordement, cette personne doit pouvoir s'assurer que les clefs sont toujours à l'endroit prévu.

#### 9.4.4 Remise des clefs

- Une fois qu'elle s'est assurée que le transbordement est bel et bien complété, la personne désignée peut remettre les clefs au camionneur.

#### 9.4.5 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire il doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants. Ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 10 LES PROCÉDURES DE RELATION ENTRE LE POIDS DU CHARIOT ET LA LONGUEUR DE LA SEMI-REMORQUE

### 10.1 Description et objectif général

La procédure basée sur la relation entre le poids du chariot et la longueur de la semi-remorque consiste à diminuer l'impact des paramètres qui augmentent le danger de basculement (lorsque ce danger est présent).

Cette mesure est toutefois nettement moins efficace que les procédures de tracteur attelé ou l'utilisation des chandelles de support.

L'objectif de cette procédure est de diminuer le danger de basculement lorsque la semi-remorque utilisée est courte et que les charges sont lourdes en utilisant un chariot plus léger et en réduisant le poids des charges transbordées.

### 10.2 Considérations d'implantation

#### 10.2.1 Objectif spécifique

a) Former toutes les personnes ayant un rôle à jouer dans la procédure.

#### 10.2.2 Formation

- Les gens ayant une fonction à jouer dans la procédure doivent être formés conformément à leurs tâches respectives.

### 10.3 Considérations procédurales

#### 10.3.1 Objectifs spécifiques

- a) Définir une procédure permettant aux caristes d'identifier les situations à risque.
- b) Définir une procédure permettant aux caristes de réduire le danger de basculement.
- c) S'assurer que les personnes concernées connaissent et appliquent la procédure.

#### 10.3.2 Évaluation du risque<sup>17</sup>

La procédure n'est utile que s'il y a une possibilité de basculement. Dans le but de gagner du temps il est possible de n'utiliser la procédure que lorsque le risque est présent,

1. Si un tracteur est attelé à la semi-remorque, le danger est éliminé et la chandelle est inutile
  2. Si la semi-remorque mesure 48 pieds ou plus, le danger de basculement est faible si la masse du chariot qui circule dans la semi-remorque combinée à sa charge maximale est inférieure à 8 500 kg (18 700 lbs).
  3. Si la semi-remorque est plus petite que 48 pieds alors le danger de basculement est important, surtout si la masse du chariot qui circule dans la semi-remorque combinée à sa charge maximale est égale ou supérieure à 8 500 kg (18 700 lbs).
- **Note importante:** Il y aura toujours un danger de basculement pour une semi-remorque de 32 pieds non attelée à son tracteur et ce, peu importe la masse du chariot utilisé. Les seul

---

<sup>17</sup> Le tableau1 de la page 206 peut également être utilisé, il est simplement décrit ici de façon textuelle.

moyens de réduire ce danger est d'utiliser la mesure «positionnement d'une chandelle» ou la mesure «tracteur attelé» ou d'éviter de dépasser le niveau des béquilles avec les roues avant du chariot-élévateur (cette dernière approche est non-recommandée).

#### 10.3.3 Réduction du risque

- Les mesures suivantes doivent être appliquées pour réduire le risque de basculement :
  - Utiliser un chariot moins lourd et réduire la charge qu'il transporte;
  - Réduire la vitesse du chariot élévateur (à la vitesse d'une marche lente d'un piéton);
  - Éviter de dépasser le niveau des béquilles dans la semi-remorque avec les roues avant du chariot-élévateur.

#### 10.3.4 Assurance de sécurité (si une méthode est appliquée)

- Si une semi-remorque a été jugée dangereuse et qu'un autre cariste pourrait être tenté d'y accéder (travail en co-activité), cette semi-remorque devra être clairement identifiée comme dangereuse. Cette identification devra être claire et facilement reconnaissable par les autres caristes (par exemple, en mettant un cône devant l'entrée de la semi-remorque).

#### 10.3.5 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures. Pour ce faire il doit les former ou les informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 11 LES PROCÉDURES DE COMMUNICATION

### 11.1 Description et objectif général

Une procédure de communication vise à formaliser la façon de communiquer le signal du départ au camionneur. L'objectif de cette procédure est donc d'éviter un départ inopiné qui serait causé par une erreur de communication.

La procédure de communication doit posséder les caractéristiques suivantes :

- La procédure doit être écrite et lue par le ou les caristes
- La procédure doit être disponible en tout temps pour les caristes
- Les caristes doivent savoir où elle se trouve et connaître son contenu

### 11.2 Considérations physiques

#### 11.2.1 Objectif spécifique

a) Disposer des outils de communication nécessaires à la mise en œuvre de la procédure.

#### 11.2.2 Affiche et documents informant de la procédure.

- La procédure devrait être clairement définie dans un document écrit qui sera remis à toutes les personnes concernées : camionneurs, caristes, coordonnateurs, superviseurs, etc.
- Les aspects les plus importants de la procédure doivent également être résumés dans une ou des affiches placées aux endroits stratégiques.

### 11.3 Considérations d'implantation

#### 11.3.1 Objectifs spécifiques

- a) Élaborer une procédure en fonction du contexte du quai.
- b) Former les gens concernés.
- c) S'assurer de la connaissance et de l'application de la procédure par les gens concernés.

#### 11.3.2 Élaboration et mise en œuvre de la procédure

- Idéalement, cette procédure devrait s'inscrire dans un protocole de sécurité établi entre l'établissement et les transporteurs et découler d'une évaluation des risques spécifiques au quai et tenir compte des contraintes de mise en œuvre.
- Les procédures devraient être disponibles sous forme de documents écrits, dans les principales langues utilisées par les camionneurs et être faciles à comprendre (les illustrations sont à privilégier).
- Les modalités de diffusion (y compris pour les mises à jour) devraient être prévues et respectées.
- Tout camionneur se présentant au quai devrait avoir une copie des procédures, en prendre connaissance, s'assurer de bien les comprendre et, si nécessaire obtenir des éclaircissements de la part des responsables.
- Les principaux éléments des procédures (surtout ceux s'adressant aux camionneurs) doivent être affichés aux endroits stratégiques.
- Les procédures devraient prévoir les cas « d'exception » (incidents de toutes sortes)

- Toutes les personnes susceptibles de travailler sur ou à proximité d'un quai de transbordement ainsi que celles susceptibles de communiquer des informations aux camionneurs devraient recevoir une séance d'information et de sensibilisation aux dangers et aux moyens de prévention ainsi qu'aux modalités de communication en vigueur dans l'établissement.
- Les responsables du respect des procédures doivent être clairement identifiés.

#### 11.3.3 Canaux de communication

- Les responsabilités et modalités de communication doivent être clairement définies, notamment :
  - ☐ À qui le camionneur se rapporte et indique que le camion est prêt pour le chargement.
  - ☐ De qui le camionneur doit recevoir l'autorisation de départ.
  - ☐ De qui le cariste doit recevoir le O.K. pour commencer le transbordement.
  - ☐ À qui le cariste indique que le transbordement est terminé.
  - ☐ Comment les autres caristes sont informés que le signal de départ a été donné.

### 11.4 **Considérations procédurales**

#### 11.4.1 Objectifs spécifiques

- a) Que les activités liées au transbordement ne débutent qu'une fois le camion définitivement positionné au quai.
- b) Qu'à la fin du transbordement le camionneur reçoive une autorisation verbale ou écrite (signal ou O.K. de départ) claire, sans possibilité de confusion aucune, et ce seulement lorsque les activités sont définitivement terminées et que tous les caristes concernés ont été informés.
- c) Que le camionneur ne puisse confondre le quai pour lequel il a reçu une autorisation de départ.
- d) Que le camionneur ne démarre pas tant qu'il n'a pas reçu une autorisation de départ.
- e) Lorsqu'il y a présence de signalisation ou de dispositifs de retenue et que leur état n'est pas conforme à l'autorisation de transborder ou de quitter (pour le camionneur), que les activités cessent immédiatement et que des vérifications soient entreprises.
- f) Que, sous aucune considération, les caristes sachant qu'un camionneur a reçu une autorisation de départ ne pénètrent dans cette semi-remorque (donc pas de O.K. différé).

#### 11.4.2 Positionnement de la semi-remorque

- L'objectif ici est de s'assurer que les activités de transbordement ne débutent qu'une fois le camion définitivement positionné et sécurisée par un dispositif de retenue (si requis).
- Lorsque le camionneur a terminé de positionner son camion, il doit en informer le responsable du transbordement<sup>18</sup> en spécifiant clairement le numéro de quai ou de porte.
- Le responsable du transbordement s'assure que toutes les mesures de retenue prévues ont été mises en place par le camionneur.
- Le responsable du transbordement informe le cariste responsable et éventuellement les autres caristes concernés qu'ils peuvent débiter les opérations.

---

<sup>18</sup> Dans bien des cas, ce responsable sera le cariste lui-même.

#### 11.4.3 Début du transbordement

- Le cariste responsable s'assure que les mesures de retenue prévues dans la procédure sont bien en place (dispositif, signalisation, etc.).
- Le cariste informe le responsable de toutes défaillances et s'assure que les mesures de contournement sont mises en place si elles doivent l'être.

#### 11.4.4 Activités de transbordement

- Durant le transbordement, le ou les caristes doivent s'assurer en continue de la sécurité des activités en vérifiant l'état de la signalisation, lorsque présente.
- Dès que la signalisation ou tout autre indicateur change d'état, le ou les caristes doivent interrompre les activités et faire les vérifications qui s'imposent.

#### 11.4.5 Fin du transbordement

- À la fin du transbordement, le cariste responsable modifie l'état des mesures de retenue, informe les autres caristes susceptibles de pénétrer dans la semi-remorque que l'autorisation de départ est donnée et informe le responsable du transbordement qu'il peut donner cette autorisation au camionneur.
- Le responsable du transbordement donne l'autorisation de départ au camionneur en indiquant clairement le numéro du quai (éventuellement par écrit, sur le bordereau de chargement par exemple).
- Le responsable du transbordement rappelle au camionneur de prendre toutes les actions qui sont de sa responsabilité (enlever une cale par exemple).
- Le camionneur s'assure que l'état des mesures de retenue en place confirme l'autorisation de départ (la signalisation est bien au vert, le dispositif de retenue de la barre anti-encastrement a été enlevé, par exemple).

#### 11.4.6 Connaissance et application des procédures

- L'établissement doit s'assurer que les intervenants connaissent et respectent les procédures, pour ce faire elle doit les former ou informer selon le cas.
- Une attention particulière devra être apportée aux nouveaux intervenants, ceux-ci doivent être formés ou informés dès leur arrivée.

## 12 DÉFINITIONS

### **Camions**

Dans ce document le terme camion est utilisé pour désigner à la fois l'ensemble camion semi-remorque et le camion-fourgon surélevé.

### **Semi-remorques**

Remorque routière dont la partie antérieure sans roues est dotée d'une contre-sellette comportant un pivot d'attelage et de béquilles qui servent de point d'appui lorsque le véhicule est dételé.

### **Camion-fourgon surélevé**

Véhicule-fourgon surélevé, avec ou sans marchepied, s'ouvrant par l'arrière à l'aide d'une ou deux portes et offrant un accès intérieur debout. Souvent appelé fautivement «camion boîte» ou «van».

### **Crochet**

Dans ce document le terme crochet fait référence à la pièce qui entre en contact avec la barre anti-encastrement de la semi-remorque et qui essaye de retenir cette barre accrochée.

### **Barre anti-encastrement**

Barre se trouvant à l'arrière des semi-remorques et ayant pour but principal de prévenir l'engouffrement d'une voiture sous la semi-remorque lors d'un accident. Aussi appelée «barre ICC», «RIG» *Rear Impact Guard* ou «Bumper».

### **Tracteur**

La partie motrice de l'ensemble camion semi-remorque, dont le but est de déplacer les semi-remorques.

### **Pied du quai**

Le pied du quai désigne une zone à l'extérieur (en bas) du quai et qui s'étend sur quelques mètres. C'est la zone où sont généralement placées les cales.