

GESTION DES RISQUES RELIÉS AU TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES AU QUÉBEC : UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE CHOIX DES TRANSPORTEURS

Ingrid Peignier, CIRANO

Nathalie de Marcellis-Warin, École Polytechnique de Montréal et
CIRANO

Introduction

L'activité industrielle nécessite la fabrication et l'utilisation de matières dangereuses (MD) mais aussi le transport de celles-ci entre les installations fixes. Ces matières représentent des risques sur les sites industriels mais également entre ces sites du fait de leur transport. Compte tenu des risques qu'ils engendrent, le transport et le stockage de MD sont régis par de nombreuses réglementations. Au Québec (comme dans bien des pays d'ailleurs), l'encadrement législatif pour les MD est complexe et construit en silos (le transport et l'entreposage sont réglementés par deux réglementations différentes). La législation représente une contrainte importante pour les entreprises et pour les choix logistiques (De Marcellis-Warin, Favre, Peignier, & Trépanier, 2006a).

Pour se conformer à la réglementation actuelle concernant le stockage, les sites industriels utilisant ou stockant des MD prennent de plus en plus de décisions de stockage susceptibles d'augmenter le nombre de livraisons (en plus de le faire en juste à temps). Ces comportements vont engendrer un transfert de risque du site fixe vers le transport (De Marcellis-Warin, Leroux, Peignier, & Trépanier, 2008b). Il paraît donc important de considérer la gestion du risque globalement sur l'ensemble de la chaîne logistique. En outre, une caractéristique importante du transport de matières dangereuses (TMD) est le recours fréquent à la sous-traitance, ce qui multiplie le nombre d'intervenants sur la chaîne logistique. Cependant, une enquête réalisée au CIRANO en 2008 auprès des sites fixes œuvrant dans le domaine des MD a montré qu'une grande partie des entreprises qui sous-traitent le transport semblent croire qu'elles ne sont plus responsables des accidents qui pourraient survenir pendant

cette activité (De Marcellis-Warin, et al., 2008b). Dans le cas de la réglementation TMD au Canada, c'est pourtant l'expéditeur qui est responsable jusqu'au déchargement de la matière, peu importe que le transport ait été réalisé par lui ou sous-traité (Transports Canada, 2008). Le transfert contractuel dans ce cas particulier ne correspond pas à un transfert de responsabilité.

Ainsi, dans un contexte où les manufacturiers au Québec tendent de plus en plus à sous-traiter le transport (De Marcellis-Warin, et al., 2008b; Jalette, 2003), compte tenu que les accidents de transport de MD représentent environ la moitié des accidents majeurs reliés aux MD (Khan & Abbasi, 1999; Vélchez, Sevilla, Montiel, & Casal, 1995) et enfin que les sites industriels semblent ne pas se préoccuper autant des décisions de transport que des décisions pour la gestion du risque de leur site (De Marcellis-Warin, et al., 2008b), il est important de mieux encadrer la sous-traitance et de développer des outils afin de mieux gérer les risques reliés aux MD sur l'ensemble de la chaîne logistique et plus particulièrement sur la partie transport.

À l'heure actuelle, le choix des transporteurs se fait encore presque exclusivement sur les critères du coût, du délai et de la qualité. Par ailleurs, bien que des chartes de bonne conduite en matière de sous-traitance existent, l'aspect du risque environnemental et industriel reste en général rarement évoqué. L'objectif général de notre recherche est donc d'élaborer pour les sites industriels (expéditeurs) un outil d'aide à la décision, basé sur la prise en compte du risque, en vue de la sélection des transporteurs de MD.

Pour atteindre cet objectif, une démarche structurée est suivie. Dans ce papier, nous présentons donc après une revue de la littérature, le cadre conceptuel des pratiques organisationnelles de sécurité (POS) chez les transporteurs de MD en fonction de caractéristiques spécifiques du transport sur lequel se base l'outil d'aide à la décision. Finalement, nous exposons les résultats d'une enquête par questionnaire menée auprès des transporteurs de MD au Québec pour dresser un portrait de leurs pratiques, qui servent à développer l'outil d'aide à la décision proposé.

Revue de littérature

Une revue de la littérature spécifique aux MD permet de faire ressortir plusieurs points intéressants.

a) L'ensemble de la chaîne logistique n'est pas simultanément pris en compte (De Marcellis-Warin, et al., 2008b; Leroux, 2010).

b) La recherche s'est surtout intéressée à trouver des solutions plutôt techniques au problème des risques reliés au TMD (choix d'un itinéraire à risque minimal et problème de localisation) (Erkut & Verter, 1998; Leroux, 2010).

c) Les décisions de l'expéditeur quant au choix de son transporteur sont basées presque exclusivement sur le critère du coût sans prendre en compte le risque (Association canadienne de l'industrie de la Chimie, 2002; De Marcellis-Warin, et al., 2008b).

d) Les accidents et les incidents de travail ne sont plus uniquement considérés comme le produit de défaillances humaines et / ou techniques, mais il existe aussi un contexte organisationnel qui favorise le développement d'accident (Dien, Llory, & Montmayeul, 2004). Selon Drogaris (1993), 90% des accidents industriels ont donc une défaillance organisationnelle comme cause première. Les pratiques organisationnelles (manque de procédures, de mesures de sécurité, de systèmes de gestion, de formation ou de motivation, etc..) ont une influence non négligeable sur le risque. En effet, Kawka et Kirchsteiger (1999) ont montré qu'environ 66% des accidents sont causés par des défaillances au niveau de la gestion de la sécurité du système.

Pour l'ensemble de ces raisons, notre étude a mis l'emphase sur l'analyse des POS en mettant en relief le besoin de voir apparaître un outil d'aide à la décision pour le choix du transporteur qui permette à un expéditeur de sélectionner un transporteur non seulement sur le coût mais d'y ajouter la composante risque.

Identification des POS ayant un impact sur le risque d'accident

Les preuves empiriques de l'incidence de la culture de sécurité sur les résultats obtenus dans la lutte contre les accidents de travail ne cessent de s'accumuler (Simard, 2000). Afin de présenter une revue de littérature exhaustive concernant les POS et leurs impacts sur le risque, nous avons considéré à la fois les modèles tirés des

réglementations internationales et guides de différentes institutions dans différents pays (INERIS, 2006a; OCDE, 2004) ainsi que des études empiriques sur la culture de sécurité (Cooper & Phillips, 2004; Glendon & Stanton, 2000; Guldenmund, 2000; Wills, Biggs, & Watson, 2005) et pour finir, des travaux analysant les POS permettant de discriminer les entreprises selon leur taux d'accidents. En effet, des études relativement anciennes examinent les caractéristiques d'entreprises ayant de faibles taux d'accidents et les comparent à des entreprises similaires ayant des taux supérieurs à la moyenne (Smith, Cohen, Cohen, & Cleveland, 1978). D'autres articles plus récents font part eux aussi d'un lien entre le climat de sécurité et les taux d'accidents de l'entreprise (Isla & Diaz (1997) qui ont étudié le secteur de la manutention au sol dans les aéroports; Varonen & Mattila, (2000) qui ont étudié l'industrie de la transformation du bois). Plusieurs études générales montrent l'importance de la formation dans la réduction des accidents de travail (Cooper & Phillips, 2004; Fernández-Muñiz, Montes-Peon, & Vazquez-Ordas, 2009; Glendon & Stanton, 2000; Silva, Lima, & Baptista, 2004; Vredenburgh, 2002). L'étude de Moses & Savage (1994) a montré que le fait de déclarer les accidents aux autorités a un impact significatif sur le niveau de risque. Selon leurs résultats, aux États-Unis les entreprises qui ne remplissent pas de rapport d'accidents ont un taux d'accidents 9 fois supérieur aux compagnies qui le font. Vinodkumar & al. (2010) a montré qu'il y a une relation significative entre la préparation aux situations d'urgence et le taux d'accidents. Selon Fernandez-Muñiz & al. (2009) les politiques de l'entreprise ont un impact certain sur la performance en sécurité de l'entreprise.

Le processus de consultation de nombreuses études tant scientifiques qu'académiques a permis de créer un pool d'éléments à prendre en compte dans notre recherche. Ainsi, nous avons identifié cinq thèmes de pratiques organisationnelles faisant partie intégrante d'un système de management de la sécurité : les chauffeurs et la formation, les équipements et les technologies, les politiques de l'entreprise, la gestion de la sous-traitance et la préparation aux situations d'urgence. Chacun de ces thèmes regroupent plusieurs POS qui ont chacune un impact sur le risque d'accident tel que décrit dans le tableau ci-dessous.

PRATIQUES ORGANISATIONNELLES DE SÉCURITÉ	
<p>Chauffeurs / Formation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formation durant au moins une journée • Contenu de la formation va au-delà de la réglementation • Examen pratique validant la formation • Cours de recyclage au moins aux 2 ans • Séances d'information / communication sur la gestion des risques • Rémunération à l'heure sur une courte distance • Rémunération à l'heure sur une longue distance • Guide TMD interne à disposition des chauffeurs • Guide TMD du MTQ à disposition des chauffeurs 	<p>Politiques de l'entreprise</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse de risque en transport • Procédures plus strictes que la loi pour le transport • Recommandations chez le client pour améliorer la sécurité • Tenu d'un registre d'accident • Enquête après accident/incident • Procédures écrites pour le choix des itinéraires • Procédures écrites pour le stockage temporaire • Procédures écrites pour le chargement / déchargement • Procédures écrites pour l'inspection avant le transport • Procédures écrites pour la communication des risques aux employés • Procédures écrites pour la sélection des sous-traitants • Procédures écrites pour la communication des risques aux citoyens • Comité SST • Personnel dédié à la gestion des risques • Programme de prévention des accidents MD • Appartenance à une association professionnelle • Appartenance au programme de Distribution Responsable^{MD}
<p>Équipements / Technologies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'un logiciel pour les trajets • Système de sécurité pour l'accès au chargement • Ordinateur de bord • GPS • Moyen de communication avec le chauffeur • Système d'enregistrement de la vitesse • Système anti-renversement pour camion citerne • Gestion de la maintenance informatisée 	
<p>Préparation aux situations d'urgence</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existence d'une équipe d'intervention d'urgence • Ligne d'urgence 24h/24h • Directives pour le rôle du chauffeur pour sa sécurité • Directives pour le rôle du chauffeur pour la sécurité du public • Directives pour la communication avec les clients • Directives pour la communication avec les autorités • Formation additionnelle sur les situations d'urgence pour les chauffeurs • Exercices de simulation d'urgence 	<p>Gestion de la sous-traitance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sous-traitants dédiés à la compagnie • Contrat à long terme avec les sous-traitants • Audit de sécurité chez les sous-traitants • Formation des employés des sous-traitants

Figure 1: Pratiques organisationnelles de sécurité

Identification des caractéristiques spécifiques du TMD influençant le risque d'accident

Les transports de MD ne sont pas tous également dangereux. Le type de matière, sa classe, son emballage, la distance parcourue, la quantité transportée, le besoin de faire des livraisons à plusieurs clients etc, toutes ces caractéristiques spécifiques rendent le transport plus ou moins risqué. Comme le notent également Hwang et al. (2001), plusieurs facteurs peuvent influencer le taux d'accidents et les conséquences attendues : le nombre de déplacements, le type de route empruntée, le type de véhicule utilisé, la taille du convoi, les caractéristiques chimiques du produit, la météorologie ou encore la

densité de la population. Par exemple, si l'on fait du transport en livrant plusieurs clients sur le même trajet, cela augmente nos risques d'accident compte tenu que les accidents surviennent plus fréquemment au moment des phases de chargement /déchargement (De Marcellis-Warin, Leroux, Peignier, & Trépanier, 2006b; Transports Canada, 2010). Autre exemple, Moses & Savage (1993), en investiguant la base de données américaine de 75 000 rapports d'audit de sécurité de transporteurs routiers américains, ont conclu que les transporteurs de gaz dans des citernes ont tendance à avoir des accidents qui sont associés à des taux plus élevés de blessures et de décès.

Nous avons classé les caractéristiques spécifiques du TMD en 3 thèmes : les caractéristiques de la marchandise, la classe de matière dangereuse transportée et enfin les caractéristiques logistiques du transport. Le tableau suivant liste les 17 caractéristiques relevées dans la littérature comme ayant un impact sur le risque d'accident.

Caractéristiques propres à la MD	Classe de MD transportée		Caractéristiques logistiques du transport
<ul style="list-style-type: none"> • Transport de MD en vrac • Transport de MD avec une citerne • Transport de MD avec un PIU 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe 1 • Classe 2 • Classe 3 • Exclusivement Classe 3 • Classe 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Classe 5 • Classe 6 • Classe 7 • Classe 8 • Classe 9 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport de grande quantité de MD • Livraison à plusieurs clients • Stockage temporaire • Transport sur une longue distance

Figure 2: Caractéristiques spécifiques du TMD ayant une influence sur le risque

Cadre conceptuel des POS chez les transporteurs de MD

L'objectif général de notre recherche est d'élaborer pour les expéditeurs un outil d'aide à la décision, basé sur des critères de maîtrise des risques, en vue de la sélection des transporteurs de MD. Les résultats de la revue de littérature traitant des POS, de la gestion des risques et de l'amplification des risques reliés à certaines caractéristiques spécifiques d'un TMD ont permis de construire un cadre conceptuel novateur des POS chez les transporteurs de MD.

Les POS sont définis comme étant des pratiques fondées sur des données probantes qui réduisent les risques d'accident. Elles sont déterminées par les recommandations d'experts du domaine du TMD et par la littérature. Par ailleurs, la revue de littérature a permis

d'identifier des caractéristiques spécifiques du transport qui avaient une influence sur le risque d'accident. Ainsi, dépendamment de ces variables, le risque d'accident peut être plus ou moins élevé. Il s'agit des deux premières propositions du modèle qui sont validées par la littérature.

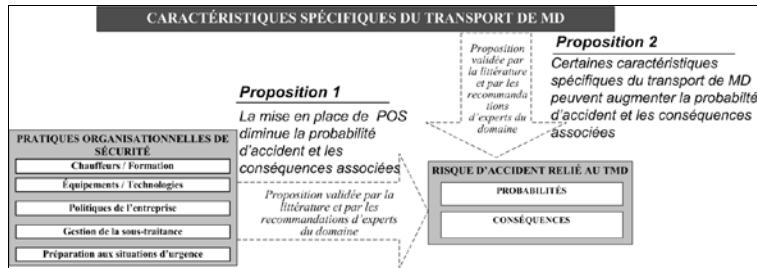


Figure 3 : Modélisation des liens entre les POS, le risque d'accident TMD et les caractéristiques spécifiques du TMD

De par leurs pratiques, certaines entreprises sont plus sujettes aux accidents alors que d'autres le sont moins. Nous formulons ainsi trois autres propositions modélisant le rôle que jouent les caractéristiques spécifiques du transport sur l'utilisation des POS par le transporteur de MD et donc indirectement sur le risque d'accident. Les POS ne sont pas toutes utilisées de la même façon au sein des transporteurs de MD. Dans ce contexte trois types de POS sont définies. D'une part, les **POS requises**, qui sont considérées comme des pratiques nécessaires et qui doivent être en place chez le transporteur de MD pour minimiser les risques d'accident. Elles sont considérées comme requises lorsqu'elles sont utilisées par la quasi-totalité des transporteurs. Elles sont donc déterminées à partir des données concernant leur taux de pénétration au sein des transporteurs. Ces POS requises agiront donc à titre de critère éliminatoire dans le choix d'un transporteur de MD (proposition 3). Il en est de même pour les **POS requises par rapport aux spécificités**, à la seule différence qu'elles sont utilisées par la quasi-totalité des transporteurs ayant certaines caractéristiques du transport (proposition 4).

D'autre part, les **POS à surveiller** qui sont quant à elles définies comme des pratiques très peu utilisées par l'ensemble des transporteurs mais dont la différence entre le taux d'utilisation par des transporteurs ayant une caractéristique spécifique A et des transporteurs ne l'ayant pas est statistiquement significative. Elles ne sont pas éliminatoires mais donnent un signal fort à l'expéditeur de l'implication du transporteur dans la maîtrise des risques (proposition 5). L'expéditeur fera son choix de transporteurs basé sur ces trois types de POS.

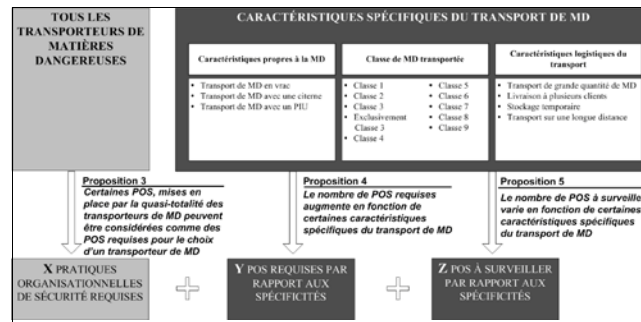


Figure 4 : Modélisation des POS requises selon les caractéristiques spécifiques du TMD

Application du modèle au Québec

Une meilleure connaissance des pratiques des transporteurs de MD au Québec est indispensable pour soutenir stratégiquement une meilleure prise en compte du risque dans les décisions des expéditeurs. Toutefois, les données actuellement disponibles sur l'utilisation des mesures organisationnelles au sein des transporteurs québécois de MD sont fragmentaires et peuvent difficilement être mises en relation avec des caractéristiques propres à la logistique de transport et à la matière transportée. Afin d'atteindre ces objectifs et de tester et valider notre modèle, nous avons réalisé une enquête couvrant un ensemble de POS auprès de l'ensemble des transporteurs de MD au Québec.

Enquête par questionnaire auprès des transporteurs de MD au Québec

Le but de l'étude est de dresser un portrait des pratiques industrielles entourant le transport des MD afin de comprendre les choix logistiques posés par les transporteurs de MD au Québec et également de connaître le taux d'utilisation des différentes POS. Afin de répondre à ces objectifs, un questionnaire composé de neuf parties comptant au total 61 questions, a permis d'évaluer le taux de mise en place de 46 POS regroupés dans les cinq grands thèmes retenus suite à la revue de littérature. L'enquête comprend des questions relatives aux fréquences de livraisons des MD, au stockage temporaire, à la taille des flottes de véhicules, aux raisons pour lesquelles les transporteurs choisissent d'externaliser certaines activités, à l'analyse des risques et aux procédures. Notre enquête est innovante dans le sens où, à notre connaissance, aucune enquête sur les MD à grande échelle n'a combiné des éléments techniques (itinéraires, produits, etc.) à des éléments organisationnels (formation, analyses de risque, critères utilisés lors de la sélection d'un sous-traitant, etc.).

Le questionnaire a été validé en deux étapes, la première auprès des partenaires du projet au CIRANO (Ministère des Transports du Québec, le Centre de Sécurité Civile de la Ville de Montréal, l'Institut de Recherche en Santé et Sécurité au Travail et Santé Canada), la seconde auprès de sept compagnies de transport de MD québécoises.

Un questionnaire a été envoyé par la poste à 1450 transporteurs routiers de MD au Québec (il s'agit de l'ensemble des 4163 transporteurs routiers de MD enregistrés en 2007 dans le registre de la Commission des Transports du Québec (CTQ), auquel nous avons retiré tous les transporteurs ayant déclaré que leurs activités MD représentent moins de 10% de leur activité totale et ceux dont l'adresse postale n'était pas au Québec). 211 questionnaires ont été complétés, ce qui représente un taux de réponse de 14,6%. Des tests de Mann-Whitney ont montré qu'il n'y avait pas de biais de non-réponse dans notre échantillon. Nous avons également vérifié si notre échantillon constitué était représentatif de la population grâce à des tests du khi-deux sur deux variables connues dans la population et dans notre échantillon, soit le pourcentage de MD relié à leur activité

ainsi que le nombre de citernes. Le test a révélé des divergences significatives entre les deux ensembles de données mais on constate que le plus grand résidu est observé pour les transporteurs dont moins de 20% de leurs activités est reliées aux MD ainsi que ceux qui ne possèdent pas de camion citerne. Ceci nous amène à avancer l'hypothèse que la population est probablement plus grande que ce qu'elle devrait être en réalité. En effet, une entreprise pensant faire un transport de MD dans l'année même en petite quantité, doit s'inscrire au registre de la CTQ et comme le coût est très faible, nous pensons que beaucoup de transporteurs en font la demande même s'ils ne vont pas nécessairement l'utiliser (confirmé par quelques entrevues téléphoniques). En outre, bien que le respect de la confidentialité ait été assuré, il se peut que des entreprises n'osent dévoiler certaines pratiques. Les résultats obtenus doivent donc être jugés prudemment.

Les résultats montrent que l'industrie est composée à 55% de petites entreprises de moins de 10 employés. Les transporteurs de MD ne sont généralement spécialisés que dans 5 MD différentes ou moins. Les classes de MD les plus transportées sont les liquides inflammables (classe 3) à 57,7%, les gaz (classe 2) à 36,5% et les matières corrosives (classe 8) à 28%. On constate que pour plus de la moitié des transporteurs répondants, chaque trajet dessert toujours plusieurs clients. Or, les livraisons multi-clients, en augmentant la fréquence des chargement/déchargement, augmentent le niveau de risque du transporteur. Que font les transporteurs pour faire face à ce risque ? De manière générale, selon les résultats de notre enquête, les pratiques sont mitigées : d'une part, les entreprises n'incitent visiblement pas les chauffeurs à se « dépêcher » aux postes de chargement/déchargement compte tenu qu'ils sont très largement payés à l'heure (ceci permet aux chauffeurs une plus grande flexibilité), par contre, aucune mesure supplémentaire au niveau de la formation et de la sensibilisation aux accidents n'est offerte aux chauffeurs qui font du multi-clients. Il est pourtant indéniable que les chauffeurs jouent un rôle important dans la gestion des risques reliés au TMD. Les résultats montrent néanmoins que la formation des chauffeurs n'est pas uniforme. Elle dure en moyenne ½ journée, mais 4,4% et respectivement 12,2% des formations ne durent qu'1h ou 2h. De plus, pour 14,2% des transporteurs, l'examen est de type oral et

pour 48,8% l'examen est à l'écrit avec la documentation. Un transporteur sur cinq valide toutefois la formation des chauffeurs par un examen pratique. Ainsi, la plupart des compagnies qui font du TMD interrogées ont adopté des POS appropriées et sont en général conscientes des risques que le produit transporté représente. Les résultats montrent néanmoins que certains risques sont toutefois sous-estimés. Le bilan est encourageant mais il reste toutefois un travail de sensibilisation à faire. De plus amples résultats et analyses de résultats de l'enquête peuvent être consultés dans (De Marcellis-Warin N., Peignier I., Leroux M-H., & Trépanier M., 2010a; Peignier, 2010). Les sections qui suivent présentent davantage les résultats nous aidant à développer l'outil d'aide à la décision, à savoir le taux d'utilisation des différentes POS.

Prototypage d'outil d'aide à la décision pour le choix des transporteurs de MD

Développer l'outil d'aide à la décision pour le choix des transporteurs de MD au Québec, basé sur le modèle conceptuel précédent requiert plusieurs étapes.

- 1) Tout d'abord, nous devons classer les POS en fonction de leur taux d'utilisation au sein des transporteurs de MD.
- 2) Ensuite, nous devons réaliser des analyses croisées entre les POS et les caractéristiques spécifiques du transport, pour faire ressortir les différences de pratiques existant entre les types d'entreprises sondées.

Classement des POS

Les résultats de l'enquête permettent de constater que les différentes POS ne sont pas utilisées de façon homogène parmi les transporteurs. En utilisant les quartiles, il est possible de séparer les 45 POS¹, triée par ordre croissant de taux d'utilisation au sein des transporteurs de MD au Québec, en trois groupes : la zone noire représente les POS très peu utilisées et détermine donc les POS à surveiller (proposition 5). La zone blanche identifie les POS utilisées seulement par certains transporteurs de MD et permet donc de déterminer les POS requises par rapport aux spécificités (proposition 4). Finalement, la zone grise,

¹ La POS « Appartenance au programme de Distribution responsable^{MD} » a été retiré de l'analyse compte tenu qu'aucun transporteur répondant au Québec n'en faisait partie.

identifie les POS utilisées par la quasi-totalité des transporteurs ce qui définit les POS requises (proposition 3).

Tableau 1 : Ordonnement des POS à l'étude en fonction de leur taux d'utilisation parmi les transporteurs de MD au Québec

Labels	% transporteur utilisant ces POS
Moyen de communication avec le chauffeur	94,7
Directives pour le rôle du chauffeur pour sa sécurité	93,2
Directives pour le rôle du chauffeur pour la sécurité du public	91,8
Directives pour la communication avec les autorités	91,8
Procédures écrites pour l'inspection avant transport	90,3
Guides TMD du MTQ à disposition des chauffeurs	83,9
Formation additionnelle sur les situations d'urgence pour les chauffeurs	83,7
Ligne d'urgence 24h/24h	82,3
Rémunération à l'heure sur courte distance	81,6
Enquête après accident/incident	77,8
Directives pour la communication avec les clients	76,6
Procédures écrites pour la communication des risques aux employés	75
Procédures écrites pour le chargement/déchargement	72,7
Tenu d'un registre accident	68,2
Séances d'information / communication sur la gestion des risques	67,8
Rémunération à l'heure sur longue distance	66,7
Contenu de la formation va au-delà de la réglementation	60,5
Guide interne TMD à disposition des chauffeurs	60,1
Système de sécurité pour l'accès au chargement	57,4
Programme de prévention des accidents MD	56,8
Recommandation chez le client pour améliorer la sécurité	56
Procédures plus strictes que la loi pour le transport	52,1
Ordinateur de bord	46,1
Appartenance à une association professionnelle	44,6
GPS	43,6
Comité SST	41,6
Existence d'une équipe d'intervention d'urgence	40,7
Procédures écrites pour le choix des itinéraires	40,4
Personnel dédié à la gestion des risques	39,3
Système d'enregistrement de la vitesse	38,9
Sous-traitants dédiés à la compagnie	38,6
Procédures écrites pour le stockage temporaire	37,6
Analyse de risque en transport	36,8
Contrat à long terme avec les sous-traitants	35,7
Formation durant au moins une journée	35,1
Procédures écrites pour la communication des risques aux citoyens	33,9
Cours de recyclage au moins aux 2 ans	33,3
Gestion de la maintenance informatisée	30,2
Exercices de simulation d'urgence	29
Utilisation d'un logiciel pour les trajets	26,6
Procédures écrites pour la sélection des sous-traitants	24,2
Système anti-renversement pour camion citerne	22,9
Audit de sécurité chez les sous-traitants	22,9
Examen pratique validant la formation	21,3
Formation des employés des sous-traitants	21,1

Influence des caractéristiques spécifiques du transport de MD sur l'utilisation des POS

Nous déterminons, grâce à des analyses croisées, quelles sont les caractéristiques spécifiques du transport qui sont des déterminants statistiquement significatif (à 0,001 et à 0,01 près) dans la mise en place des POS, utilisées par une partie seulement des transporteurs, et respectivement, très peu utilisées par l'ensemble des transporteurs. Ces pratiques dont la mise en place est statistiquement significative vont donc correspondre aux POS requises par rapport aux spécificités et respectivement aux POS à surveiller par rapport aux spécificités. Ces analyses croisées ont été réalisées au moyen du test de Mann-Whitney avec l'aide de SPSS pour Windows version 17.0 pour déterminer s'il existait ou non des différences significatives entre les groupes à l'étude (d'une part les transporteurs ayant une caractéristique spécifique et ceux ne l'ayant pas).

Nous pouvons maintenant schématiser les POS requises en fonction des caractéristiques des transporteurs. En ligne dans le tableau suivant, se trouvent l'ensemble de 45 POS réparties en 5 thèmes. En colonne, nous retrouvons l'ensemble des 17 caractéristiques spécifiques du TMD. Un pourcentage inscrit dans une cellule grise ou noire à la jonction d'une pratique organisationnelle A et d'une caractéristique spécifique B, correspond au pourcentage de transporteur possédant la caractéristique spécifique B qui ont mis en place la pratique organisationnelle de sécurité A. Ce chiffre peut être comparé au pourcentage apparaissant dans la première colonne du tableau (« *tous les transporteurs* ») représentant le pourcentage de l'ensemble des transporteurs de notre échantillon québécois ayant mis en place cette pratique. Les cellules noires dans lesquelles il n'y a pas de pourcentage identifient les POS requises indépendamment des spécificités du transport.

L'outil peut permettre de choisir un transporteur pour une caractéristique spécifique (ou pour plusieurs caractéristiques simultanées) en vérifiant qu'il a au moins mis en place les mêmes POS que les transporteurs du Québec avec cette même spécificité (ou avec ces mêmes caractéristiques simultanées).

L'outil permet d'aider l'expéditeur à prendre en compte le critère risque dans son choix de transporteur. L'expéditeur a par la suite à mettre en parallèle ce critère risque avec les critères traditionnels de choix de transporteurs tels que le coût, les délais et la qualité.

Tableau 2 : Critères de choix de transporteurs – POS requises et à surveiller

Pratiques organisationnelles de sécurité	Tous les transporteurs	Caractéristiques du transport															
		Transport de MD en vert	Transport de MD avec une cliente	Transport de MD requérant un PU	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7	Classe 8	Classe 9	Pratiques organisationnelles requises de MD	Pratiques organisationnelles requises de MD	Stockage temporaire	Transport sur une longue distance
CHAUFFEURS / FORMATION																	
Guide TMD du MTQ à disposition des chauffeurs	84%																
Rémunération à l'heure sur une courte distance	82%																
Échanges d'information / communication sur la gestion des risques	68%	75%	77%														
Rémunération à l'heure sur une longue distance	67%															77%	76%
Contenu de la formation va au-delà de la réglementation	61%																
Guide TMD remis à disposition des chauffeurs	60%				15%	10%											
Formation avant au moins une journée	34%																
Cours de recyclage au moins une fois	33%																
Examen pratique valide la formation	21%	28%			68%												
EQUIPEMENTS / TECHNOLOGIES																	
Moyens de communication avec chauffeur	95%																
Système de sécurité pour l'accès au chargement	87%	67%	71%					56%									
Ordinateur de bord	46%	63%	68%	55%				62%									
GPS	44%	50%															55%
Système d'enregistrement de la vitesse	39%	48%	51%												43%		62%
Gestion de la maintenance informatisée	30%			38%				52%				47%			40%		53%
Utilisation d'un logiciel pour les trajets	27%	33%	34%	35%	40%										39%		43%
Système anti-versement pour camion citerne	23%	30%	32%														
POLITIQUES DE L'ENTREPRISE																	
Procédures écrites pour inspection avant transport	90%																
Enquête après accident/incident	78%																
Procédures écrites pour la communication des risques aux employés	75%																
Procédures écrites pour le chargement / déchargement	73%	82%	85%														
Tenue d'un registre d'accident / incident	68%	73%														30%	81%
Programme de prévention des accidents MD	57%	63%	68%	66%													
Recommandations chez le client pour améliorer la sécurité	56%	63%	64%														
Procédures plus strictes que la loi pour le transport	52%			61%													
Appartenance à une association professionnelle	45%	54%	55%					74%							65%		60%
Constat SST	42%														57%		64%
Procédures écrites pour le choix des itinéraires	40%																
Personnel dédié à la gestion des risques	39%	46%	49%			50%	55%										
Procédures écrites pour le stockage temporaire	38%																
Analyse de risque en transport	37%		46%	48%			55%										
Procédures écrites pour la communication des risques aux citoyens	34%	39%															53%
Procédures écrites pour la sélection des sous-traitants	24%											59%	42%	41%			48%
Appartenance au programme de Distribution Responsable ^{MD}	7%																
GESTION DE LA SOUS-TRAITANCE																	
Sous-traitants dédiés à la compagnie	39%																
Contrat à long terme avec les sous-traitants	36%	42%															
Indice de sécurité chez les sous-traitants	23%		33%	32%											27%		27%
Formation des employés des sous-traitants	21%	29%	32%														32%
PREPARATION AUX SITUATIONS D'URGENCE																	
Directives pour le rôle du chauffeur pour sa sécurité	93%																
Directives pour le rôle du chauffeur pour la sécurité du public	92%																
Directives pour la communication avec les autorités	92%																
Formation supplémentaire sur les situations d'urgence pour les chauffeurs	84%																
Logo d'urgence 24h/24h	82%																
Directives pour la communication avec les clients	77%																
Existence d'une équipe d'intervention d'urgence	41%	54%	57%	50%													
Exercices de simulation d'urgence	29%	38%	43%	40%											40%		
Nombre total des pratiques organisationnelles de sécurité requises	12	30	27	23	15	13	13	15	13	13	13	12	14	13	20	13	23

Conclusion

Afin de répondre au besoin de prendre en compte l'ensemble de la chaîne logistique, un outil d'aide à la décision novateur pour le choix des transporteurs basé sur le risque a été développé. Notre outil, en s'adressant aux sites fixes œuvrant dans les MD, agit en même temps sur les transporteurs. Les bénéfices de l'outil sont donc doubles et interviennent au niveau des deux acteurs en présence sur la chaîne logistique. Les expéditeurs vont choisir leurs transporteurs sur d'autres critères que le coût et vont intégrer à leur décision des critères de maîtrise des risques. Cet outil va donc les conscientiser aux risques reliés au TMD et à leurs responsabilités en tant qu'expéditeur. Les transporteurs vont connaître les critères dorénavant utilisés par les expéditeurs pour les choisir. Ainsi, s'ils veulent rester concurrentiels, ils vont être obligés de mettre en place les POS apparaissant dans l'outil. Cet outil devrait donc permettre de hausser de manière générale le niveau de maîtrise des risques reliés aux MD chez les transporteurs.

Il faut toutefois préciser qu'il serait important d'entreprendre une validation de l'outil afin de retirer des POS qui constituent de l'information stratégique et privée et qui ne seraient pas facilement transmises aux expéditeurs.

La recherche exploratoire que nous avons menée peut ouvrir la voie à des perspectives de développement très variées. Nous travaillons d'ailleurs à l'informatisation de l'outil qui inclurait en plus l'impact exact au Québec de chaque POS sur le risque MD. Ainsi, l'outil se baserait non seulement sur le taux d'utilisation des POS mais également sur leur impact sur le risque.

Bibliographie

- Association canadienne de l'industrie de la Chimie. (2002). *Rapport de re-vérification de la conformité à la Gestion responsableMD de Produits Chimiques Delmar Inc.*
- Cooper, M. D., & Phillips, R. A. (2004). Exploratory analysis of the safety climate and safety behavior relationship. *Journal of Safety Research, 35*(5), 497-512.
- De Marcellis-Warin, N., Favre, S., Peignier, I., & Trépanier, M. (2006a). *Revue des réglementations applicables au stockage et au transport des matières dangereuses au Québec*: Rapport de projet CIRANO, 2006RP-11.
- De Marcellis-Warin, N., Leroux, M.-H., Peignier, I., & Trépanier, M. (2006b). *Revue et analyse des bases de données canadiennes et américaines touchant les accidents durant le transport et le stockage des matières dangereuses*: Rapport de projet CIRANO, 2006RP-12.
- De Marcellis-Warin, N., Leroux, M.-H., Peignier, I., & Trépanier, M. (2008b). *Stratégies logistiques dans un contexte de stockage et de transport de matières dangereuses et incitations économiques*: Rapport de projet CIRANO, 2008RP-05.
- De Marcellis-Warin N., Peignier I., Leroux M.-H., & Trépanier M. (2010a). *Analyse des résultats d'une enquête auprès des entreprises faisant du transport routier de matières dangereuses au Québec*: Rapport de projet CIRANO, 2010 RP-14.
- Dien, Y., Llory, M., & Montmayeul, R. (2004). Organisational accidents investigation methodology and lessons learned. *Journal of Hazardous Materials, 111*(1-3), 147-153.
- Drogaris, G. (1993). Learning from major accidents involving dangerous substances. *Safety Science, 16*(2), 89-113.
- Erkut, E., & Verter, V. (1998). Modeling of Transport Risk for Hazardous Materials. *Operations Research, 46*(5), 625-642.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peon, J. M., & Vazquez-Ordas, C. J. (2009). Core elements of safety culture and safety performance: literature review and exploratory results. *International Journal of Society Systems Science 1*(3), 227-259.
- Glendon, A. I., & Stanton, N. A. (2000). Perspectives on safety culture. *Safety Science, 34*(1-3), 193-214.

Guldenmund, F. W. (2000). The nature of safety culture: a review of theory and research. *Safety Science*, 34(1-3), 215-257.

Hwang, S., Brown, D., O'Steen, J., Policastro, A., & Dunn, W. (2001). Risk assessment for national transportation of selected hazardous materials. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1763(1), 114-124.

INERIS. (2006a). *Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs – démarche d'évaluation des barrières humaines*: Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Verneuil-en-Halatte. DRA-35 Ω-20.

Isla Díaz, R., & Díaz Cabrera, D. (1997). Safety climate and attitude as evaluation measures of organizational safety. *Accident Analysis & Prevention*, 29(5), 643-650.

Jalette, P. (2003). *La sous-traitance dans le secteur manufacturier: une comparaison Québec-Ontario*. Montréal, Canada.: Université de Montréal.

Kawka, N., & Kirchsteiger, C. (1999). Technical note on the contribution of sociotechnical factors to accidents notified to MARS. *Journal of Loss Prevention in the process Industries*, 12(1), 53-57.

Khan, F. I., & Abbasi, S. A. (1999). Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences. *Journal of Loss Prevention in the process Industries*, 12(5), 361-378.

Leroux. (2010). *Stratégies logistiques des entreprises œuvrant dans le domaine des matières dangereuses* (Thèse de doctorat, École Polytechnique de Montréal).

Moses, L. N., & Savage, I. (1993). Characteristics of Motor Carriers of Hazardous Materials. Proceedings International Consensus Conference on the Risks of the Transport of Dangerous Goods. Institute for Risk Research, University of Waterloo.

Moses, L. N., & Savage, I. (1994). The effect of firm characteristics on truck accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 26(2), 173-179.

OCDE. (2004). *Document d'orientation de l'OCDE sur les indicateurs de performance en matière de sécurité*: Éditions OCDE.

Peignier, I. (2010). *Gestion des risques reliés au transport de matières dangereuses au Québec : un outil d'aide à la décision pour le choix des transporteurs* (Maîtrise, École Polytechnique de Montréal, Montréal).

- Silva, S., Lima, M. L., & Baptista, C. (2004). OSCI: an organisational and safety climate inventory. *Safety Science*, 42(3), 205-220.
- Simard, M. (2000). La culture de sécurité et sa gestion. In J. M. Stellman, (éd.), *Encyclopédie de sécurité et de santé au travail* (Vol. 2). Genève: Bureau International du Travail.
- Smith, M. J., Cohen, H. H., Cohen, A., & Cleveland, R. J. (1978). Characteristics of successful safety programs. *Journal of Safety Research*, 10(1), 5-15
- Transports Canada. (2008). Règlement sur le transport des marchandises dangereuses *DORS/2008-34*: Transports Canada.
- Transports Canada. (2010). *Les transports au Canada 2009 : un survol*.
- Varonen, U., & Mattila, M. (2000). The safety climate and its relationship to safety practices, safety of the work environment and occupational accidents in eight wood-processing companies. *Accident Analysis & Prevention*, 32(6), 761-769.
- Vílchez, J. A., Sevilla, S., Montiel, H., & Casal, J. (1995). Historical analysis of accidents in chemical plants and in the transportation of hazardous materials. *Journal of Loss Prevention in the process Industries*, 8(2), 87-96.
- Vinodkumar, M. N., & Bhasi, M. (2010). Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 2082-2093.
- Vredenburgh, A. G. (2002). Organizational safety: Which management practices are most effective in reducing employee injury rates? *Journal of Safety Research*, 33(2), 259-276.
- Wills, A. R., Biggs, H. C., & Watson, B. C. (2005). Analysis of a safety climate measure for occupational vehicle drivers and implications for safer workplaces. *Australian Journal of Rehabilitation Counselling*, 11(1), 8-21.