



Dans l'intervalle d'un an, deux épandeurs d'abrasifs pour trottoirs (figure 1) ont causé la mort de deux travailleurs municipaux. Les victimes ont été happées par le rouleau broyeur lorsqu'elles procédaient à la vidange et au nettoyage de la benne de l'épandeur alors que le moteur hydraulique était en marche et la grille de protection enlevée.

À la demande de la CSST, une équipe de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) a identifié les risques liés à l'opération et à l'entretien de ces machines dans le but de faire des recommandations pour en assurer une utilisation sécuritaire.

Puisqu'aucune norme de sécurité n'est destinée à ces machines, cette fiche se veut, en quelque sorte, un cahier des charges pour une conception sécuritaire des fonctions internes de la benne. Les informations qu'elle contient s'adressent principalement aux gestionnaires et opérateurs ainsi qu'aux fabricants ou personnes appelées à faire les modifications requises.

Principes de fonctionnement et environnement de travail

La machine concernée est une benne, remorquée par un tracteur sur roues ou chenilles, servant à

épandre des abrasifs ou des fondants sur les trottoirs. Elle est munie de deux rouleaux transversaux, un broyeur et un distributeur, actionnés par le système hydraulique du tracteur.

Le rouleau distributeur est un cylindre garni de petites nervures à sa surface (figure 2). La distribution du matériel (abrasif ou fondant) se fait par une rotation lente de ce cylindre sur lequel s'appuie une plaque permettant de régler le dosage. Pour varier le débit, la plaque de dosage est réglable en pression sur le cylindre. Ce sont les secousses de la route et la pente du fond de la benne qui acheminent le matériel vers le distributeur.

Le rouleau broyeur est placé au-dessus du cylindre de distribution. Il est muni de pics servant à briser les blocs de sel et de sable pouvant s'être agglomérés suite à une exposition à l'humidité, à la pluie, au verglas, etc. Il sert aussi à rendre le matériel fluide afin que l'écoulement se fasse sans bloquer le mécanisme de distribution.

La granulation des matériaux utilisés est généralement fine. Cependant, il n'est pas rare que les problèmes d'approvisionnement ou les conditions d'entreposage et de manutention fassent en sorte que des pains de sel et de sable se forment ou qu'il y ait des grosses pierres dans le matériel. Il est donc



Figure 1 : Épandeur modifié

Couverture de came et de système hydraulique non illustrée

ÉPANDÉUR D'ABRASIFS POUR TROTTOIRS

nécessaire de tamiser le matériel lors du chargement de l'épandeur, c'est pourquoi une grille couvre la benne (figures 1 et 2).

Risques liés à l'utilisation et à l'entretien

Le principal risque lié à l'épandeur, tel que conçu originalement, est celui d'entraînement et d'enroulement autour du rouleau broyeur et du cylindre distributeur. Ce risque se présente chaque fois qu'une personne intervient à l'intérieur de la benne pour les raisons suivantes:

- ◆ Enlever des pierres ou autres qui obstruent l'action du cylindre distributeur.
- ◆ Pousser, au-dessus du distributeur, le matériel qui ne coule pas correctement afin de vider la benne.
- ◆ Nettoyer et laver la benne.
- ◆ Vérifier l'état de la mécanique interne.

Lors de ces interventions, si la grille est enlevée et que le tracteur est laissé en marche avec la puissance hydraulique en fonction, il y a un risque d'accident mortel.

Lorsque la grille est fermée et que l'utilisateur accède au mécanisme en mouvement par les ouvertures de cette dernière, la conséquence peut être un membre supérieur arraché, une ou les mains déchirées.

Finalement, le poids de la grille étant d'environ 35 kg (77 livres), il y a également des risques d'entorse lombaire, de doigts pincés ou écrasés en enlevant ou en remplaçant cette dernière.

Moyens de prévention

Il est évident que les plus grands risques liés à l'usage des épandeurs sont courus lors d'interventions à l'intérieur de la benne lorsque les rouleaux sont en mouvement. Il faut donc éliminer ou réduire le plus possible ces interventions. Pour atteindre cet

objectif, la machine doit être conçue de façon intrinsèquement sécuritaire en tenant compte des besoins des utilisateurs. De là découlent les recommandations qui suivent.

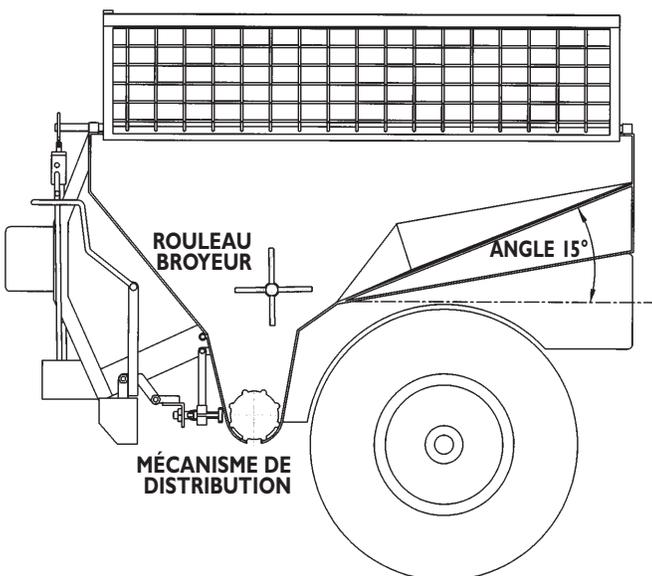


Figure 2: Les différentes composantes de l'épandeur

Augmentation de la pente du fond de la benne

La pente du fond de la benne doit être suffisante pour assurer un bon écoulement du matériel vers le cylindre distributeur. Elle doit avoir un minimum de 15° (figure 2). Toutefois, selon les matériaux d'épandage utilisés, le minimum requis pourrait être supérieur. Dans certains cas, le fond doit être taillé pour contourner les roues. Même si une pente de 15° ne permet pas à elle seule un écoulement naturel des matériaux, les secousses provoquées lors de l'épandage favorisent cet écoulement.

Il est important de prendre en considération que l'augmentation de la pente peut relever le centre de gravité de l'épandeur chargé et ainsi diminuer sa stabilité latérale. Donc tout en maintenant le volume désiré, il faut s'assurer de ne pas relever le centre de gravité.

La grille de tamisage des fondants et abrasifs

La grille installée sur le dessus de la benne a pour fonction d'éliminer l'entrée de blocs de matériel aggloméré et de pierres trop grosses pour passer dans le système de vidange. Elle doit aussi pouvoir résister au poids du matériel et des forces qu'exerce le chargeur lors du remplissage.

Le dispositif de vidange pour faciliter l'évacuation du matériel

Il faut favoriser l'évacuation des pierres et du matériel en offrant la possibilité d'ouvrir le dispositif de vidange au moins aussi grand que les dimensions des ouvertures du tamis. Ce dispositif peut être intégré au système de dosage et,

ÉPANDÉUR D'ABRASIFS POUR TROTTOIRS

en plus de ne pas créer de nouveaux risques, il doit s'ouvrir et se refermer facilement sans dérégler le dosage. Dans le cas contraire, il ne sera pas utilisé puisqu'il nuira aux opérations et les utilisateurs continueront d'intervenir à l'intérieur de la benne en ouvrant la grille.

Moyens de protection

Même si tous les efforts sont faits pour réduire les interventions à l'intérieur de la benne, il reste toujours possible qu'on doive enlever la grille pour briser des pains de sel et d'abrasif formés, par exemple, durant le séjour de la machine à l'extérieur, alors qu'elle n'a pas été complètement vidée. Il est donc impératif d'empêcher tout accès aux rouleaux lorsqu'ils sont en action. C'est pourquoi les moyens de protection complémentaires suivants sont recommandés.

Les ouvertures de la grille de protection

La grille couvrant le dessus de la benne doit être conçue de façon à empêcher l'accès aux rouleaux en mouvement. Dans le cas présent, l'objet dangereux le plus près de la grille est l'extrémité des pics du rouleau broyeur. À titre d'exemple, certaines machines ont les bouts des pics du rouleau broyeur qui passent à 292 mm (11 po) de la grille. Tel que le tableau ci-contre l'illustre, conformément aux exigences de l'article 8.2.2 de la norme ACNOR Z432-94, les ouvertures admissibles de la grille ne peuvent dépasser 32 mm (1 1/4 po).

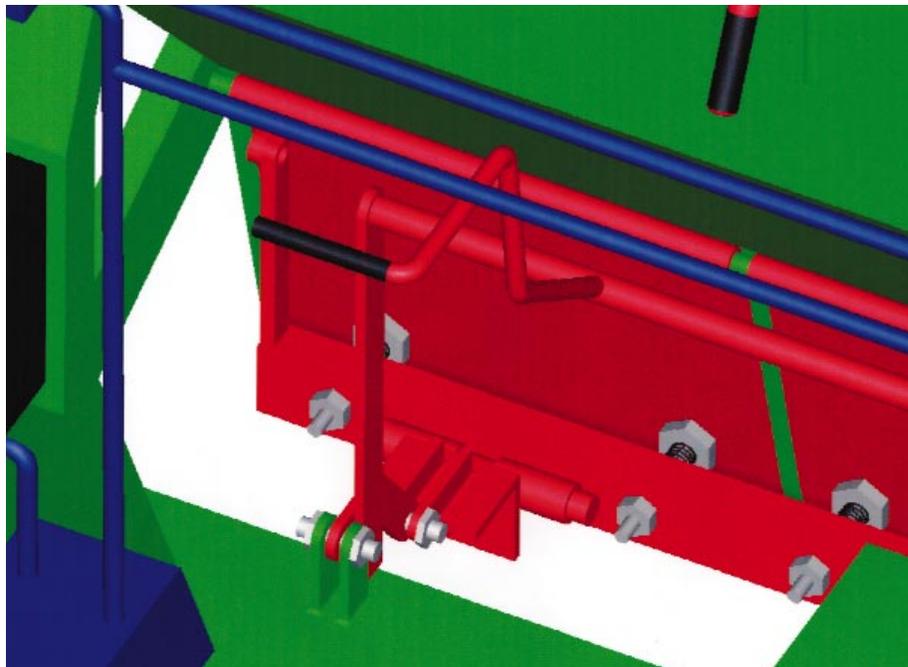


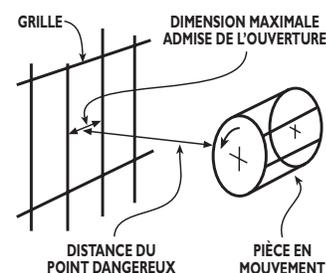
Figure 3 : Dispositif de vidange

De l'extérieur, à l'aide d'un levier et d'un joint à genouillère (toggle), l'opérateur peut dégager les petites pierres accumulées dans la benne ou vidanger cette dernière sans danger et sans dérégler le dosage.

Ouverture admissible de la grille en fonction de la distance du point dangereux*

Distance du point dangereux mm (po)	Dimension maximale admise de l'ouverture, mesurée dans le sens le plus restrictif** mm (po)
6 à 38 (1/4 à 1 1/2)	6 (1/4)
39 à 64 (1 1/2 à 2 1/2)	10 (3/8)
65 à 89 (2 1/2 à 3 1/2)	13 (1/2)
90 à 140 (3 1/2 à 5 1/2)	16 (5/8)
141 à 165 (5 1/2 à 6 1/2)	19 (3/4)
166 à 191 (6 1/2 à 7 1/2)	22 (7/8)
192 à 318 (7 1/2 à 12 1/2)	32 (1 1/4)
319 à 394 (12 1/2 à 15 1/2)	38 (1 1/2)
395 à 445 (15 1/2 à 17 1/2)	48 (1 7/8)
446 à 800 (17 1/2 à 31 1/2)	54 (2 1/8)
Plus de 800 (Plus de 31 1/2)	152 (6 maximum)

SCHÉMA



* Source: Norme ACNOR Z-432-1994

** Exemple: le petit côté d'un rectangle

ÉPANDEUR D'ABRASIFS POUR TROTTOIRS

Si la petitesse des ouvertures de la grille pose des problèmes lors du remplissage de la benne en nuisant à l'écoulement du matériel, le rouleau broyeur peut être remplacé par un mécanisme qui requiert moins d'espace en hauteur. Ainsi, en éloignant le point dangereux de la grille de protection, les ouvertures admissibles peuvent être plus grandes, comme le présente le tableau. De plus, si le mécanisme de remplacement était conçu sans mouvement rotatif, le risque d'enroulement serait alors éliminé.

Afin de réduire les risques de blessure au dos reliés au poids de la grille (environ 35 kg), il est préférable que cette dernière soit en deux parties, en longueur ou en largeur (figures 1 et 8). Pour des raisons de manipulation et de verrouillage, qui seront traitées plus loin, au moins une des deux parties doit être installée sur charnières. Des poignées permettant de faciliter les manipulations et d'éviter d'échapper la grille réduiraient considérablement les risques de pincement ou d'écrasement des doigts.

Le système de verrouillage

Pour s'assurer que l'accès au rouleau broyeur et au cylindre distributeur en mouvement est impossible, ces derniers doivent être en arrêt dès que la grille de protection est ouverte et le demeurer tant et aussi longtemps qu'elle n'est pas refermée. À cet effet, des mesures de verrouillage sont proposées afin d'empêcher quiconque d'accéder à la zone dangereuse.

Il faut mentionner que si les dispositions pour améliorer l'écoulement et la vidange du

matériel n'étaient pas prises, le niveau de verrouillage requis serait alors très élevé (interverrouillage de catégorie 3, selon la norme EN 954). Ce type de verrouillage est excessivement coûteux et ne peut être complètement hydraulique. Toutefois, si les modifications recommandées précédemment sont faites, les mesures de verrouillage requises sont donc moins sévères (catégorie 1, selon la même norme).

Il est également important de spécifier que si pour certaines applications particulières, le rouleau broyeur est enlevé, il faut tout de même verrouiller la ou les grilles car le cylindre distributeur est facilement accessible et possède en surface des nervures de métal qui peuvent happer et blesser sérieusement les doigts ou une main entière.

Le type de dispositif de verrouillage recommandé est un

distributeur hydraulique. Son installation exige de respecter certains principes généraux afin d'assurer la sécurité recherchée (norme ISO 14119: 1998). Le dispositif doit être

- ◆ choisi en s'assurant que ses défaillances probables n'affectent pas la sécurité du système;
- ◆ installé suivant le mode positif, c'est-à-dire que l'ouverture de chacune des portes force le distributeur dans la position de sécurité par une action mécanique positive (contre la force du ressort);
- ◆ incontournable avec des outils ou des objets simples, autrement dit que le distributeur ne peut être facilement contourné, entre autres, par un simple tournevis de façon à maintenir les rouleaux en marche lorsque la grille est ouverte.

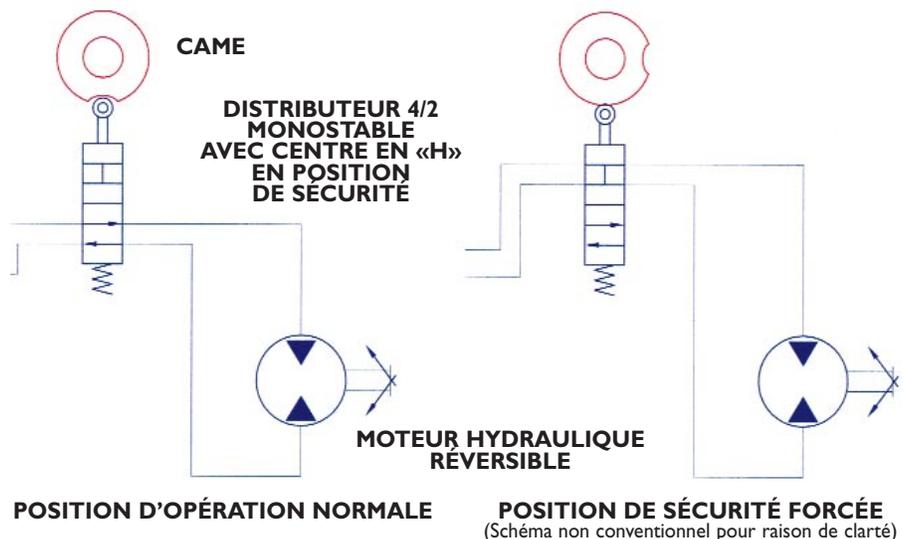


Figure 4: Distributeur 4/2

Ce type de distributeur a la propriété, en position de sécurité, d'avoir tous les orifices ouverts. Les fuites internes entre les orifices sont sans conséquence et la sécurité est toujours assurée. Le moteur hydraulique n'exerce aucun couple lorsque le distributeur est en position de sécurité et les rouleaux peuvent être tournés librement à la main pour les examens d'entretien. Les distributeurs 4/2 de construction simple (sans embase ou non montés à partir d'un 4/3) sont quelquefois difficiles à trouver sur le marché. Dans ce cas, il faut avoir recours à un distributeur 3/2 qui, en position de sécurité (forcée), contourne le circuit du moteur hydraulique.

ÉPANDEUR D'ABRASIFS POUR TROTTOIRS

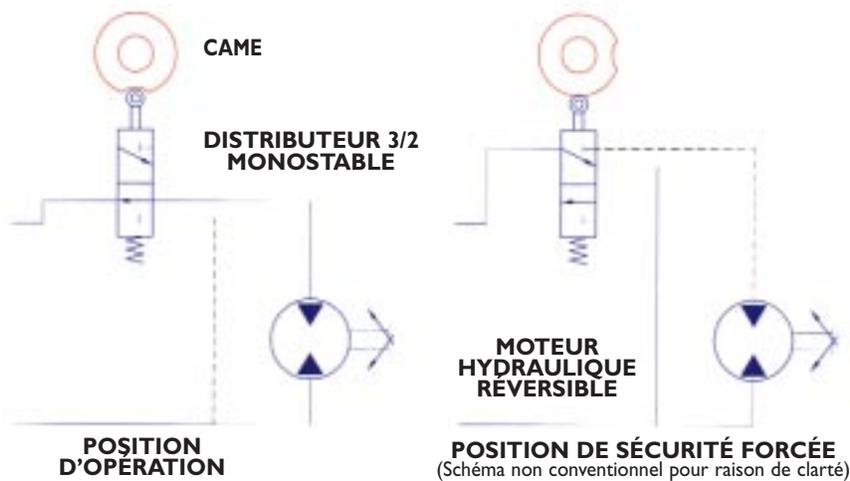


Figure 5 : Distributeur 3/2

Il est important de ne pas installer un 4/3 avec centre en "H" pour l'utiliser sur deux positions seulement. Une telle installation pourrait créer des risques par défaillance ou par facilité de contournement.

Choix du distributeur hydraulique

Le premier choix de distributeur est un 4/2 (4 orifices et 2 positions) monostable (retour par ressort) avec une position en "H", actionné positivement en position de sécurité par une came (figure 4).

Type de porte grillagée pour le verrouillage

Afin de faciliter le montage du dispositif de verrouillage, il est préférable d'installer les portes (grilles) sur charnières. L'usage de charnières permet de toujours avoir la grille attachée à la machine et l'axe muni d'une came sert à détecter la position de la porte. Il existe des dispositifs de sécurité qui permettent d'enlever complètement les portes tout en maintenant la sécurité. Toutefois, ces derniers sont électriques ou pneumatiques et leur construction n'est pas assez solide pour résister aux chocs ou à un environnement corrosif, abrasif et froid.

Plusieurs solutions sont possibles selon le type de porte grillagée choisie (charnières sur la longueur ou sur la largeur de la benne). Pour le type de porte double avec charnières le long de la benne, les deux portes doivent être verrouillées (figures 6 et 7).

Pour la charnière sur la largeur de la benne, seule la porte grillagée avant a besoin d'être verrouillée (figure 8). La porte arrière doit être fixée à la benne. Cette méthode de verrouillage présente toutefois les mêmes désavantages que celle illustrée à la figure 6.

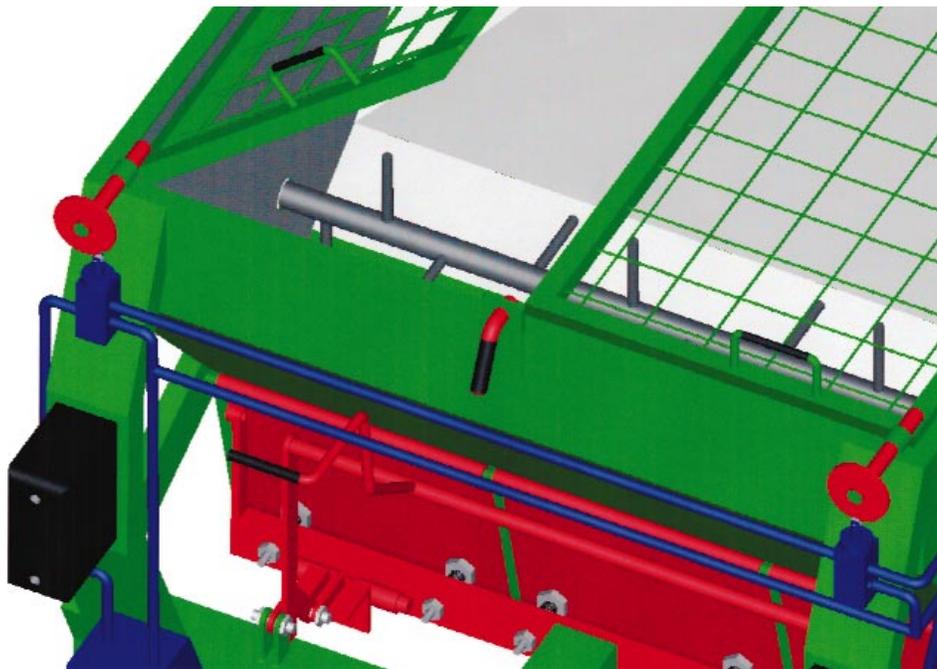


Figure 6 : Deux cammes sur les charnières et deux distributeurs connectés en série

Cette méthode de verrouillage est simple mais repose sur la précision du réglage des distributeurs sur leur came. De plus, un bon entretien du jeu dans les charnières est requis pour assurer la sécurité puisque l'ouverture d'une porte ne doit pas dépasser 38 mm avant que l'alimentation aux rouleaux ne soit coupée. Si la machine est opérée avec les portes non bloquées, les sautilllements sur la route provoqueront des ouvertures et fermetures répétées qui causeront de l'usure et un dérèglement prématuré du dispositif de verrouillage, d'où un entretien plus exigeant.

ÉPANDÉUR D'ABRASIFS POUR TROTTOIRS

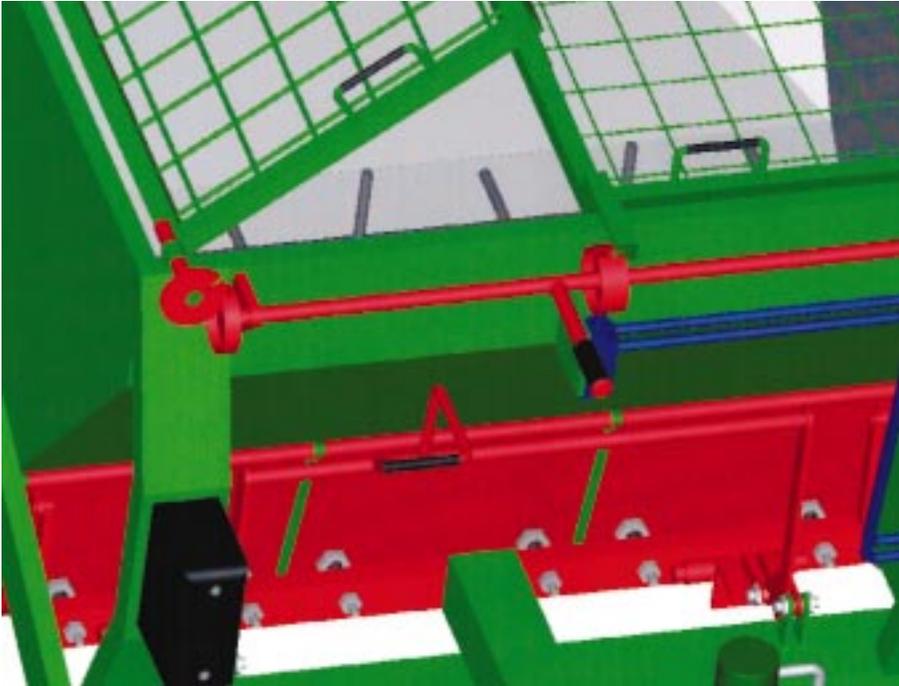


Figure 7: Une came, un distributeur et des disques métalliques qui s'entre bloquent

Cette méthode de verrouillage assure la fermeture des portes et exige qu'elles soient bloquées avant de permettre l'activation du distributeur et le fonctionnement des rouleaux. Cette méthode évite les problèmes ci-haut mentionnés, elle est plus sécuritaire.



Figure 8: Une came sur la charnière le long de la largeur de la benne et un distributeur

Pour en savoir davantage

Vous pouvez consulter les normes suivantes:

ACNOR Z-432-94: Sécurité des machines – Santé et Sécurité au travail

Norme Européenne En 954-1 (déc. 1996): Sécurité des machines – Parties des systèmes de commandes relatives à la sécurité – Partie I: Principes généraux de conception

Norme ISO (14119: 1998): Sécurité des machines – Dispositifs de verrouillage et d'interverrouillage associés à des protecteurs – Principes de conception et de choix.

Réalisation

Serge Massé, IRSST

Denis Turcot, IRSST

Christian Sirard, IRSST

Sylvie Poulin, APSAM

spoulin@apsam.com

Été 2001



Nota: Bien que cette fiche ait été élaborée avec soin, à partir de sources reconnues comme fiables et crédibles, l'APSAM, ses administrateurs, son personnel ainsi que les personnes et organismes qui ont contribué à son élaboration n'assument aucune responsabilité quant à l'utilisation du contenu ou des produits ou services mentionnés. Il y a des circonstances de lieu et de temps, de même que des conditions générales ou spécifiques, qui peuvent amener à adapter le contenu. Toute reproduction d'un extrait de cette fiche doit être autorisée par écrit par l'APSAM et porter la mention de sa source.

Pour communiquer avec l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur «affaires municipales»

Région de Montréal:
(514) 849-8373

De partout au Québec:
1-800-465-1754

<http://www.apsam.com>

