

**EXAMEN PROFESSIONNEL D'AVANCEMENT DE GRADE DE  
TECHNICIEN PRINCIPAL TERRITORIAL DE 1<sup>ère</sup> CLASSE**

**SESSION 2017**

**ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS**

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.

Durée : 3 heures  
Coefficient : 1

**SPÉCIALITÉ : PRÉVENTION ET GESTION DES RISQUES, HYGIÈNE, RESTAURATION**

**À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :**

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ L'utilisation d'une calculatrice de fonctionnement autonome et sans imprimante est autorisée.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

**Ce sujet comprend 28 pages.**

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend  
le nombre de pages indiqué.**

*S'il est incomplet, en avertir le surveillant.*

Vous êtes technicien principal territorial de 1<sup>ère</sup> classe, chargé de la prévention des risques dans la commune de Techniville, 70 000 habitants. Cette ville assure en régie un certain nombre de missions et s'est donc dotée d'un centre technique municipal (CTM) important. Ce centre est divisé en 3 parties : une partie couverte comprenant les ateliers liés aux travaux du bâtiment, les vestiaires de l'ensemble des services (bâtiments, voirie, propreté, espaces verts), les bureaux des agents de maîtrise de chaque service ; une partie hangar dans laquelle est installé l'atelier mécanique automobile et une partie extérieure constituée d'un grand parking divisé en deux avec les véhicules légers d'un côté au nombre de 30 et les engins de chantiers et de propreté de l'autre (5 balayeuses, 5 laveuses, 3 fenwick, 5 bennes à ordures ménagères) et d'une zone de stockage de matériels et matériaux.

Au cours de l'année passée, deux accidents ont été recensés sur le CTM, l'un impliquant un prestataire venant livrer des produits et le deuxième impliquant un agent voulant rejoindre son camion.

Aussi le Maire souhaite qu'une étude soit menée pour réduire les risques d'accidents dans le CTM.

Dans un premier temps, le directeur des moyens généraux vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur la sécurité des circulations au sein d'un CTM.

**10 points**

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles pour mettre en œuvre un plan de lutte contre les risques de collision engins/piétons au sein du centre technique municipal.

**10 points**

*Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.*

**Liste des documents :**

- Document 1 :** « Prévenir les collisions engins-piétons » - *www.inrs.fr* - 14 novembre 2013 - 2 pages
- Document 2 :** « Collisions engins-piétons, analyse des récits d'accidents de la base EPICEA » - *www.inrs.fr* - 15 octobre 2009 - 9 pages
- Document 3 :** « La prévention des risques des circulations internes en entreprise » - *www.officiel-prevention.com* - Mai 2012 - 6 pages
- Document 4 :** « Risque lié aux circulations internes » - *www.cmb-sante.fr* - Novembre 2014 - 2 pages
- Document 5 :** « Le plan de circulation » - *CDG 35* - Mai 2009 - 2 pages
- Document 6 :** « La séparation des flux montre la bonne voie » - *Travail et sécurité* - Novembre 2013 - 3 pages
- Document 7 :** « Le recyclage fait son tri » - *Travail et sécurité* - Novembre 2013 - 2 pages

**Documents reproduits avec l'autorisation du CFC**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*

## Prévenir les collisions engins-piétons

### Agir sur l'organisation et sur les engins



Chaque année, des salariés sont victimes de collisions avec des engins ou des véhicules. Ces accidents sont généralement graves, parfois mortels. Mais il est possible de réduire significativement les risques en mettant en place une démarche de prévention sachant allier les mesures organisationnelles et techniques.

En 2011, selon les statistiques de la CNAMTS, plus d'un millier de travailleurs ont été percutés par des véhicules ou des engins mobiles. Ces accidents graves du travail ont coûté la vie à 10 personnes. La problématique des collisions engins-piétons concerne un grand nombre de domaines d'activité, plus particulièrement le BTP, le transport, la logistique, la manutention et la collecte de déchet. Les récits d'accidents graves rassemblés dans la base de données Epicea<sup>1</sup> montrent que les camions de plus de 3,5 tonnes sont responsables de la majorité des accidents (43 %). Viennent ensuite les engins de chantiers (niveleuses, tombereaux, chargeuses, compacteurs...) et les chariots de manutention à conducteur porté (chariots élévateurs, gerbeurs...), impliqués chacun dans 24 % des collisions. L'utilisation des bennes à ordures ménagères représente 9 % des accidents. L'analyse permet également de mieux cerner les conditions de survenue des accidents. Ils se produisent généralement à vitesse lente notamment lors des manœuvres de recul. Dans la plupart des cas, les victimes sont écrasées par l'engin ou coincées contre un obstacle (mur poteau, quai, autre véhicule).

<sup>1</sup> [http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND\\_2318](http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ND_2318)

### Organiser les déplacements

La prévention des risques de collision passe tout d'abord par la mise en place de mesures organisationnelles. L'objectif prioritaire est de séparer autant que possible les flux de circulation des engins et ceux des opérateurs à pied. Cette réflexion doit intervenir le plus en amont possible, idéalement dès la conception des lieux de travail, et se traduire par l'élaboration d'un plan de circulation visant à optimiser les déplacements mais surtout à limiter le nombre de croisements entre piétons et véhicules. Les chemins réservés aux piétons doivent être délimités et matérialisés par un marquage au sol ou par des barrières physiques (garde-corps, plots...). Des mesures spécifiques doivent être mises en place dans les zones de croisement et dans les lieux où la présence conjointe de véhicules et de piétons est impossible à éviter : limitation de la vitesse de circulation, port de gilet de signalisation... Le dispositif de prévention doit inclure des actions de formation et d'information dont le but est de veiller à ce que les consignes de sécurité soient connues et respectées de tous. Cela concerne les salariés de l'entreprise mais également les autres personnes susceptibles d'évoluer à proximité des engins en mouvement : intervenants extérieurs, clients, fournisseurs, voire riverains dans le cas des chantiers effectués sur la voie publique...

### Agir sur les engins

Ces premières mesures permettent de réduire significativement les risques mais elles se révèlent parfois insuffisantes pour garantir des conditions optimales de sécurité. En parallèle, il est aussi possible d'agir sur les véhicules. Premier objectif : augmenter la visibilité directe ou indirecte au poste de conduite. Ce paramètre doit être pris en compte lors de l'acquisition d'un nouvel engin ou véhicule, en optant de préférence pour des équipements dont la cabine de pilotage offre une surface vitrée importante. Pour réduire les angles morts, il peut être judicieux d'ajouter des miroirs supplémentaires ou des caméras numériques de contrôle. En complément, la mise en place de **systèmes de détection de personnes ou d'obstacles**<sup>2</sup> peut aussi constituer une aide précieuse pour prévenir les accidents. Les dispositifs de détection sont destinés à alerter les conducteurs en cas de risque de collision avec un piéton. Ils utilisent différentes technologies (radars à ultrasons, radars hyperfréquence, scrutateur laser, marqueurs radio électriques, caméra à reconnaissance de forme...) qui possèdent chacune des caractéristiques propres d'utilisation. Les systèmes radioélectriques nécessitent par exemple que les piétons à proximité soient équipés d'un badge, ce qui exclut a priori une utilisation en milieu ouvert, notamment sur la voie publique. Les

performances des scrutateurs laser ou des caméras à reconnaissance de forme diminuent quant à elles de façon importante en cas de pluie ou de brouillard... Un système trop sensible peut aussi provoquer des alertes intempestives susceptibles de masquer les véritables signaux de danger. Le choix et la mise en place du dispositif le mieux adapté doit à la fois tenir compte du type d'engin, des conditions d'utilisation, de l'environnement de travail mais aussi du facteur humain. Une des conditions de succès est en effet de s'assurer que les systèmes soient bien acceptés par les opérateurs et que ceux-ci soient correctement informés et formés à l'utilisation des dispositifs de détection.

<sup>2</sup> <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED 6083>

Mis à jour le 14/11/2013

# COLLISIONS ENGINS-PIÉTONS

## Analyse des récits d'accidents de la base EPICEA

► Jacques MARSOT,  
Philippe CHARPENTIER,  
INRS, département Ingénierie des équipements de  
travail

► Claire TISSOT,  
INRS, département Etudes, veille et assistance  
documentaires

La prévention des collisions entre des engins mobiles et des piétons est une problématique qui concerne un grand nombre de secteurs d'activité : BTP, manutention, collecte des déchets, transport/logistique. Dans chacun de ces secteurs, le problème potentiel de la collision se pose dès lors qu'il existe une proximité entre les hommes et les machines mobiles.

Cet article présente une analyse des récits d'accidents de la base EPICEA sur les collisions engins-piétons et, ce, plus particulièrement dans les secteurs du BTP (niveleuses, chargeuses, compacteurs...), du transport (manœuvres des camions), des engins de manutention (chariots à conducteur porté) et de la collecte des ordures ménagères (bennes à ordures ménagères).

Nous discutons ensuite de l'intérêt potentiel d'un dispositif de détection de personnes pour prévenir ces collisions et nous présentons le projet de recherche engagé par l'INRS sur l'apport de ces nouvelles techniques.

Il existe de nombreux secteurs d'activité impliquant une coactivité entre des engins mobiles et des piétons et de ce fait, des risques de collision dont les conséquences sont généralement graves. Sur ces 10 dernières années, ce sont plus de 200 accidents qui ont été constatés, dont plus de la moitié mortels.

Pour prévenir ce type de risque, la première mesure consiste à séparer les zones de circulation des engins de celles des piétons [1 - 3]. Néanmoins, il subsistera toujours des situations de travail pour lesquelles la coactivité ou la proximité entre les piétons et les engins ne peut être évitée. Vis-à-vis de ces situations, les constructeurs se sont d'abord attachés à améliorer la visibilité du conducteur depuis le poste

de conduite (visibilité directe, rétroviseur, caméra...) et, pour les manœuvres restant en conditions de visibilité restreintes (recul par exemple), à alerter les piétons par des avertisseurs sonores, des lampes à éclats...

Ensuite, des systèmes destinés à détecter le contact entre l'engin et le piéton (pare-chocs sensibles, panier de sécurité) ont été mis en place. Ils sont cependant insuffisants pour assurer efficacement la sécurité des piétons, du fait même de leur principe de fonctionnement qui ne permet pas d'éviter la collision, mais uniquement d'en limiter le dommage. Ils présentent également des inconvénients pratiques d'utilisation : augmentation du nombre de manœuvres dans certaines phases du travail de par leur encombrement, difficulté

de réglage et de maintien en fonctionnement du fait de conditions d'exploitations sévères.

En conséquence, de nouvelles actions de prévention sont aujourd'hui engagées, tant par les constructeurs que par les exploitants et les préventeurs. L'évolution de la technique fait qu'elles se focalisent sur l'intérêt d'utiliser des dispositifs tels que les lasers [4], les ondes radioélectriques [5], les ultrasons, le radar, la vision numérique...

C'est dans ce cadre que nous avons analysé les récits d'accidents contenus dans la base de données EPICEA<sup>1</sup>. Bien qu'elle ne soit pas exhaustive car centrée sur les accidents graves et surtout mortels, c'est un des moyens les plus complets à notre disposition pour étudier les caractéristiques des accidents du travail et, ainsi, évaluer l'intérêt potentiel des dispositifs de détection de personnes comme solution de prévention.

## ANALYSE DE LA BASE EPICEA

Les domaines d'activité présentant des risques de collision engins-piétons sont aujourd'hui connus. Il s'agit principalement du BTP<sup>2</sup> (niveleuses, chargeuses, compacteurs...), du transport, de la logistique, de la manutention (manœuvres des camions, de chariots à conducteur porté) et de la collecte des déchets (BOM<sup>3</sup>). Nous avons donc dans un premier temps, interrogé la base EPICEA sur la période 1997-2008 par sélection sur l'élément matériel (cf. Tableau 1).

Ensuite, afin d'identifier ceux relatifs à une collision avec un piéton, nous avons effectué une deuxième requête sur la présence d'un tiers et le type d'accident (choc, heurt, écrasement-coincement autre que par la partie travaillant d'une machine).

Ainsi, sur les 2 157 accidents répertoriés par les éléments matériels retenus, 325<sup>4</sup> (soit 15 %) concernent effectivement des collisions entre des engins mobiles et des piétons. Ils peuvent être répartis selon les éléments matériels précédemment identifiés (cf. Figure 1).

TABLEAU 1

### Code des éléments matériels (EPICEA)

Chariots transporteurs élévateurs ou gerbeurs	Véhicules utilitaires de moins de 3,5 tonnes	Transports en commun sur route
EM 0611	EM 0804	EM 0806
Appareils de levage et de manutention non précisés ou non classés	Camions de plus de 3,5 tonnes	Piétons accrochés par un véhicule
EM 0601-EM 0602	EM 0805	EM 0813
Engins de chantier	Voitures particulières	Véhicules non précisés ou non classés
EM 27	EM 0803	EM 0801 - EM 0802

FIGURE 1

### Répartition des accidents « collisions engins-piétons » répertoriés dans EPICEA par élément matériel

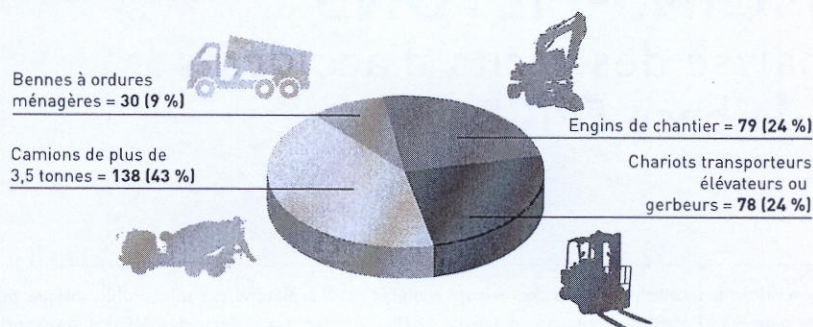
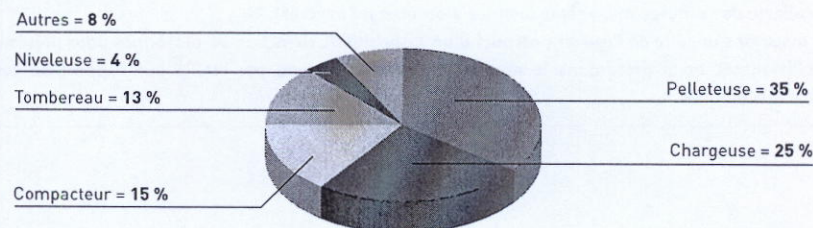


FIGURE 2

### Répartition par type d'engins impliqués dans les accidents



Comme rappelé en introduction, l'objectif de cette analyse des résumés d'accidents est d'évaluer l'intérêt potentiel des dispositifs de détection de personnes comme solution de prévention. Chacun de ces 325 résumés a donc été examiné de façon détaillée afin d'identifier les éléments suivants :

- le type d'engins,
- les circonstances (marche avant, recul, activité du piéton...) et le lieu de l'accident (chantier, carrière, voie publique...),
- les facteurs d'accidents (manque de visibilité, perte d'équilibre, jour/nuit, pluie...),
- les mesures de prévention préconisées.

Au regard de ces informations, nous avons ensuite tenté d'évaluer la pertinence de dispositif de détection de personnes pour prévenir ces accidents.

<sup>1</sup> EPICEA : étude de prévention par informatisation des comptes rendus d'enquêtes d'accidents du travail.

<sup>2</sup> BTP : bâtiment et travaux publics.

<sup>3</sup> BOM : bennes à ordures ménagères.

<sup>4</sup> Ce nombre n'est pas exhaustif, étant donné la difficulté à identifier ces accidents sans avoir à lire des centaines de récits, mais il permet de dresser un état des lieux des circonstances de leur survenue.

FIGURE 3

## Répartition du parc machines en 2006

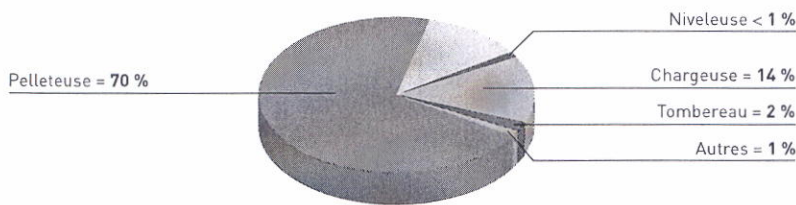


FIGURE 4

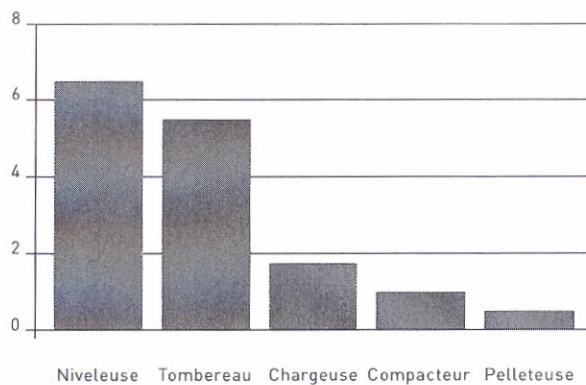
Dangerosité relative des engins de chantier  
(% d'accidents répertoriés dans EPICEA par engins / % du parc machines par type d'engin)

FIGURE 5

## Répartition des accidents par type de manœuvres

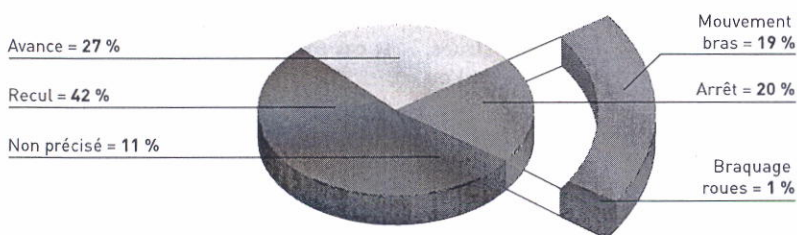
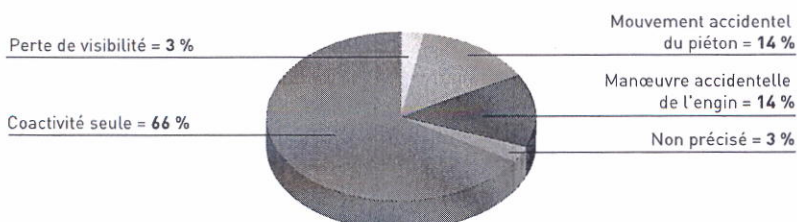


FIGURE 6

## Causes potentielles des collisions



## ENGINS DE CHANTIERS

Entre 1997 et 2008, on recense dans la base EPICEA, 79 comptes rendus d'accidents concernant des collisions entre des engins de chantiers et des piétons.

Concernant les types d'engins, il s'agit d'une pelle mécanique (ou pelleteuse ou mini-pelle) dans 28 cas, d'une chargeuse dans 20, d'un compacteur dans 12, d'un tombereau dans 10 cas, d'une niveleuse dans 3, d'un porte-char, d'une épandeur, d'une piqueuse et d'une balayeuse dans 1 cas. Dans 2 cas, ce n'est pas précisé (cf. Figure 2).

Si le nombre d'accidents mettant en cause des pelleteuses est le plus élevé (1/3), une des raisons est qu'elles représentent à elles seules près de 70 % du parc machine (cf. Figure 3). Inversement les niveleuses, qui représentent moins d'un pour cent du parc machines, sont impliquées dans 4 % des accidents.

Ainsi, si l'on ramène la répartition des accidents recensés dans EPICEA par type d'engins aux données relatives au parc machines<sup>5</sup>, on constate que ce sont les niveleuses et les tombereaux qui seraient les plus « dangereux » (cf. Figure 4).

L'analyse détaillée des résumés de ces accidents montre également qu'ils surviennent plus souvent en marche arrière (33) qu'en marche avant (21). Dans 15 cas, il s'agit du mouvement du bras d'une pelleteuse et un cas concerne le braquage des roues. Dans 9 cas, il n'y a pas de précision à ce sujet (cf. Figure 5).

La victime est écrasée par l'engin lui-même dans la majorité des cas (66) et contre un obstacle (mur, poteau, quai, autre véhicule, etc.) dans 13 cas. Bien que n'appartenant pas toujours à la même entreprise, le conducteur de l'engin et la victime font systématiquement partie du même « chantier ». Par nature, ces accidents se produisent toujours en extérieur.

Concernant les circonstances, si la coactivité est la cause principale (54 cas), il est également fait mention (cf. Figure 6) :

■ de perte de visibilité par éblouissement (soleil) ou par manque de luminosité (nuit) dans 2 cas,

<sup>5</sup> Source SEIMAT (syndicat des constructeurs et importateurs de matériels TP), 2006

■ d'une manœuvre accidentelle (12),

■ de la perte d'équilibre ou d'un mouvement brusque d'une personne se trouvant volontairement à proximité de l'engin et, ce, en accord avec le conducteur (11).

Dans un cas, il n'y a pas de précision sur les circonstances.

On recense systématiquement des mesures organisationnelles dans les mesures de prévention préconisées. Des actions de formation sont proposées dans la moitié des cas ainsi que des mesures techniques ayant pour but :

■ d'améliorer la visibilité dans 22 cas (rétroviseur, caméra de recul),

■ de détecter des piétons dans 11 cas,

■ d'éviter des commandes intempestives dans 8 cas,

■ de mettre à disposition des moyens de communication entre conducteurs et piétons dans 2 cas,

■ de réduire la vitesse des engins dans 1 cas.

Dans 8 cas, aucune mesure de prévention n'est préconisée.

## CHARIOTS DE MANUTENTION À CONDUCTEUR PORTÉ

Sur la période 1997-2008, 78 comptes rendus d'accidents concernant des collisions entre des chariots de manutention et des piétons ont été identifiés dans EPICEA.

L'analyse détaillée de ces résumés montre qu'ils surviennent plus souvent en marche arrière (38) qu'en marche avant (29). Dans 11 cas, le sens de marche n'est pas précisé (cf. Figure 7). La victime est écrasée par l'engin lui-même dans la majorité des cas (71) et contre un obstacle (mur, poteau, quai, autre véhicule...) dans 7 cas.

Dans seulement 11 cas sur les 78 répertoriés, le conducteur et la victime n'appartiennent pas à la même entreprise. C'est par exemple le cas lorsque la victime est un chauffeur routier qui attend le déchargement de son camion. Pour ce qui est du lieu de l'accident, 48 se produisent en intérieur, 28 en extérieur (non précisé dans 2 cas).

Concernant les circonstances, si la coactivité entre engins et piétons est la cause principale, il est également fait mention de facteurs complémentaires (cf. Figure 8) :

FIGURE 7

Répartition des accidents par type de manœuvre pour les chariots de manutention

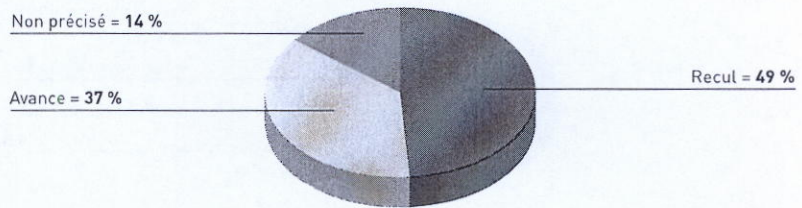


FIGURE 8

Causes potentielles des collisions pour les chariots de manutention

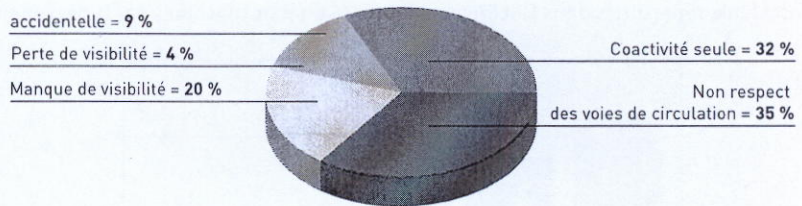
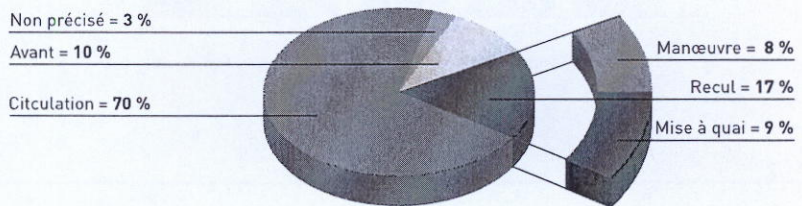


FIGURE 9

Répartition des accidents par type de manœuvre pour les camions de + 3,5 T



■ non respect des couloirs de circulation dans 24 cas (allée piétonne obstruée, inattention des piétons, raccourci, etc.) ou des croisements entre ces voies (5),

■ manque de visibilité dans 16 cas (10 à cause de la charge transportée et 6 liés aux angles morts),

■ perte de visibilité accidentelle dans 3 cas (éblouissement par le soleil, par les phares d'un camion, par l'envol d'une bâche plastique sur le mât du chariot),

■ manœuvre accidentelle du conducteur (6) ou du piéton (1).

Suite à ces accidents, les mesures de prévention préconisées font systématiquement référence à des actions de formation et/ou des mesures organisationnelles. Ces mesures ont toutefois leurs limites car près de la moitié de ces accidents surviennent malgré des règles de circulation (séparation piétons/engins) pré-existantes, suite à des fautes d'inattention, des pertes d'équilibre des piétons, d'encombrements sur les voies. On recense également des mesures techniques ayant pour but :

■ d'améliorer la visibilité dans 15 cas (rétroviseur, caméra),

■ de réduire la vitesse des chariots dans 4 cas,

■ de détecter des piétons dans 3 cas.

## CAMIONS DE TRANSPORT ROUTIER

L'analyse détaillée des résumés des 138 comptes rendus d'accidents recensés dans la base EPICEA (1997-2008) concernant des collisions entre des camions et des piétons montre que pour 85 d'entre eux, il s'agit d'accidents de la circulation : salarié renversé en traversant une chaussée ou se déplaçant en bordure de route.

Sur les 53 accidents restants, 37 surviennent lors du recul en vitesse lente du véhicule (dont 10 lors de la mise à quai), 13 lors du démarrage en marche avant (cf. Figure 9). La victime est écrasée (cf. Figure 10) :



FIGURE 10

## Causes potentielles des collisions pour les camions de + 3,5 T

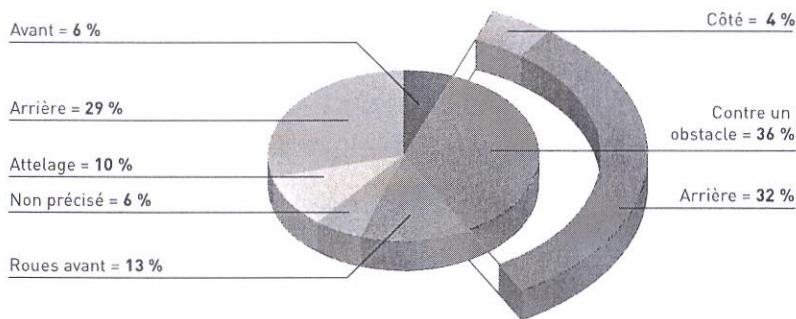


FIGURE 11

## Répartition par type de manœuvre pour les BOM

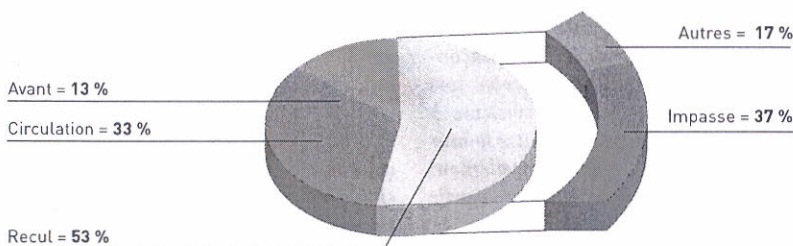
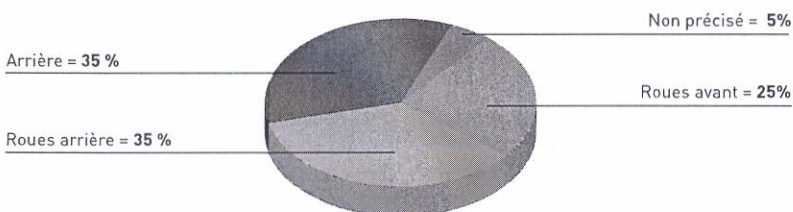


FIGURE 12

## Répartition des accidents en fonction de l'endroit de la collision pour les BOM



■ contre un obstacle (mur, poteau, quai, autre véhicule, etc.) dans 15 cas dont 13 avec l'arrière du camion et 2 avec le côté,

■ en étant pris au niveau de l'attelage (6),

■ en passant sous le véhicule suite à un choc à l'arrière (18), un choc à l'avant (4),

■ par la roue avant droite (6) ou avant gauche (1).

Pour les 3 restants, les conditions ne sont pas précisées.

On constate également que dans 21 cas, la victime est une personne que le conducteur sait être à proximité du véhicule (personnes assistant le conduc-

teur dans la réalisation de manœuvres ou venant de descendre du véhicule). Dans 7 cas, la victime s'est même placée volontairement derrière le véhicule, en accord avec le chauffeur.

Concernant les lieux des accidents, ils sont, sauf une exception (atelier de garage), systématiquement survenus en extérieur. Il s'agit d'un quai de déchargement dans 8 cas, d'une cour ou d'un parking dans 22 cas, d'un chantier dans 16 cas et de la voie publique dans 6 cas. Ces accidents sont a priori tous survenus de jour.

Concernant le type de véhicule, il s'agit d'un camion dans 48 cas, d'une camionnette dans 4 cas et d'un bus dans 1 cas.

On note également que, lorsque des mesures de prévention sont préconisées, on trouve systématiquement des mesures organisationnelles. Des mesures techniques ayant pour but d'améliorer la visibilité sont indiquées dans 8 cas et il est fait mention de systèmes de détection de personnes dans 3 cas. Dans 9 cas, aucune mesure de prévention n'est préconisée.

## BENNES À ORDURES MÉNAGÈRES

Sur la période 1997-2008, 30 récits d'accidents concernant des collisions entre des bennes à ordures ménagères et des piétons ont été identifiés dans EPICEA. Leur analyse montre que pour 10 d'entre eux (1/3), il s'agit d'accidents de la circulation : salarié renversé en traversant une chaussée ou écrasé suite à une collision avec un véhicule léger.

Pour les 20 récits restants, on constate qu'ils surviennent en majorité en marche arrière (16) dans des impasses ou rues étroites (11) (cf. Figure 11). La victime est écrasée entre un obstacle (mur, poteau, etc.) et l'arrière du véhicule dans 7 cas, par les roues arrière dans 7 cas, les roues avant dans 5 cas, dans 1 cas ce n'est pas précisé (cf. Figure 12).

Dans tous les cas, le conducteur et la victime sont de la même entreprise.

Concernant les circonstances, on constate qu'il s'agit (cf. figure 13) :

■ de perte d'équilibre de la victime alors qu'elle se trouvait sur le trottoir (3) ou à proximité du véhicule (4),

■ d'incompréhension entre le ripueur et le chauffeur liée entre autre à un manque de formation dans le cas de salarié en intérim (5),

■ d'une visibilité insuffisante du fait de rétroviseurs mal positionnés ou absents, du non-port de vêtements réfléchissants la nuit (4),

■ d'une fausse manœuvre du conducteur (1).

Trois comptes rendus ne sont pas suffisamment précis pour en déduire une cause potentielle.

En ce qui concerne les mesures de prévention préconisées, si on trouve systématiquement des mesures organisationnelles et de formation, il est également fait mention de mesures techniques visant à :

- améliorer la visibilité dans 4 cas (rétroviseur ou caméra vidéo),
- détecter le ripeur sur le marche-pied dans 6 cas,
- détecter les ripeurs à proximité du camion dans 3 cas.

Dans 3 cas, aucune mesure de prévention n'est préconisée.

## EVALUATION DE L'INTÉRÊT DES DISPOSITIFS DE DÉTECTION DE PERSONNES

Depuis 2000, des dispositifs de détection de personnes apparaissent sur le marché, que l'on peut implanter sur des machines mobiles pour la prévention des collisions engins - piétons. Ces dispositifs sont basés sur différents principes physiques laser, ultrasons, radar, ondes radioélectriques, vision numérique...

Nous avons, à partir des informations contenues dans les récits d'accidents, tenté d'évaluer la pertinence de ces principes de détection comme solution de prévention.

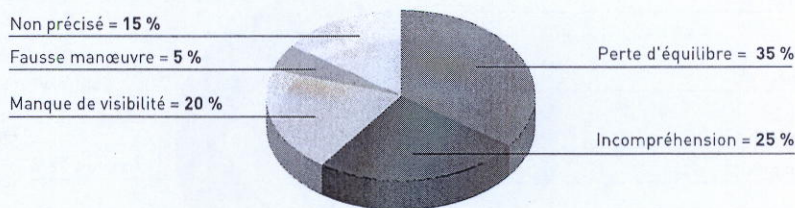
### HYPOTHÈSES

Nous nous sommes placés dans l'hypothèse d'un système de détection « parfait » (pas de fausse ou d'absence de détection, zone de détection parfaitement définie...). Ce n'est qu'en fonction des éléments liés aux circonstances de l'accident que l'efficacité de ces principes de détection a été estimée.

Pour les dispositifs laser et ultrasons qui détectent tout type d'obstacle, nous avons considéré qu'ils n'étaient a priori pas efficaces dès lors que l'engin travaille à proximité d'un obstacle et que la victime se fait coincer entre l'engin et cet obstacle. En effet, dans ce type de situation, le système de détection est

FIGURE 13

### Causes potentielles des collisions pour les BOM



déjà en alarme du fait de l'obstacle.

*Exemple : [...] L'excavation de la tranchée pour la future canalisation enterrée étant réalisée par une pelle mécanique. Ses dimensions, adaptées à la tranchée à réaliser ainsi que l'emplacement de l'axe de celle-ci sur une voie étroite font que son contrepoids vient frôler un mur en maçonnerie de meulière longeant cette voie lors des rotations de la pelle[...] La victime a cherché à passer à un moment entre le mur et la pelle et s'est fait écraser mortellement contre le mur par le contrepoids de la pelle lors d'une rotation de celle-ci.*

Dans le cas de dispositifs à ondes radios qui nécessitent le port d'un « marqueur » (badge) par le piéton, nous avons considéré que celui-ci était porté dès lors que la victime et le conducteur sont de la même entreprise, ou qu'ils travaillent de façon concertée sur le même chantier. Dans tous les autres cas, ce système a été considéré comme inefficace.

*Exemple : [...] La victime quittait les vestiaires en tenue de ville à la fin de son service et traversait la cour de l'entreprise. A ce moment, un véhicule poids lourd effectuait une manœuvre de marche arrière sur cette même cour. Une collision entre la victime et le poids lourd a entraîné un écrasement de la victime au niveau de la poitrine entre le sol et la barre anti-encastrement du camion. Elle décède immédiatement.*

Dans le cas où il est fait mention de conditions environnementales particulières (soleil, éblouissement, obscurité), le principe de détection par vision a été considéré comme non adapté.

*[...] La victime rejoignait l'installation de concassage par le chemin le plus court, c'est-à-dire en traversant une piste de circulation des engins et de camions. C'est à ce moment qu'elle se fait renverser et écraser par une chargeuse et meurt de suite. Le conducteur de cette chargeuse,*

*plus de 20 ans d'ancienneté à ce poste dans l'entreprise, n'a pas vu la victime, ayant été ébloui par un soleil très lumineux et rasant.*

Pour les accidents où la victime est masquée juste avant la collision (par exemple par une palette, un rayonnage...), seul le principe par ondes radios a été retenu comme pertinent.

*[...] Pour éviter un autre chariot, le conducteur d'un chariot élévateur frontal chargé de palettes vides a enclenché la marche arrière tout en regardant à l'arrière, sur son côté droit. A ce même moment, la victime arrivait à pied, d'une allée perpendiculaire sur la gauche du chariot. Elle a heurté le chariot et sa jambe gauche a été happée au niveau des roues jumelées du chariot. La victime a été blessée au tibia, à l'articulation du péroné et a été transportée à l'hôpital.*

Enfin, tous les accidents où la victime se trouve être à proximité de l'engin, en accord avec le conducteur, ont été considérés comme ne pouvant pas être prévenus par un système de détection, quel que soit le principe de celui-ci.

*[...] Lors d'une opération d'enrobage, la victime guidait le camion-benne rempli d'enrobé, afin que le matériau soit déposé à l'endroit idéal. Pour cela, l'employé se trouvait derrière le camion de livraison. Le klaxon de recul fonctionnait. Au cours de la manœuvre, la victime s'est retrouvée coincée entre l'arrière de la benne du camion et le haut de la cabine d'un mini-chargeur. Victime d'un écrasement thoracique, le salarié perd connaissance et décède de suite sur les lieux de l'accident en dépit des secours rapidement sur les lieux.*

### RÉSULTATS

Avec ces hypothèses, un système de détection aurait été a priori utile dans environ 60 % des cas. On ne constate

FIGURE 14a

Efficacité supposée des principes de détection vis-à-vis des collisions engins - piétons : répartition par principe

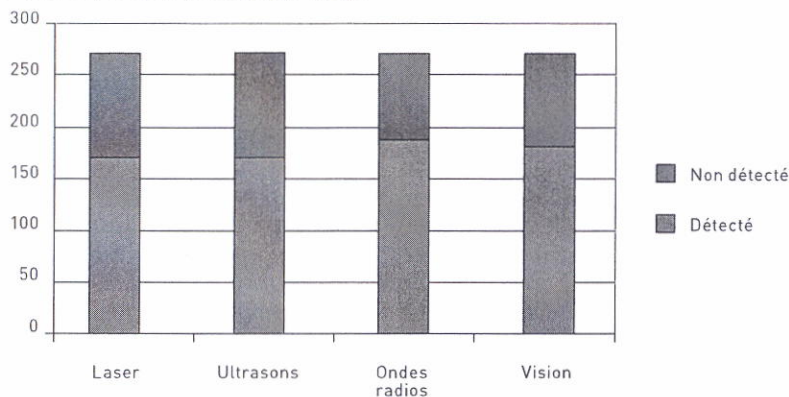


FIGURE 14b

Efficacité supposée des principes de détection vis-à-vis des collisions engins - piétons : répartition par type d'engins

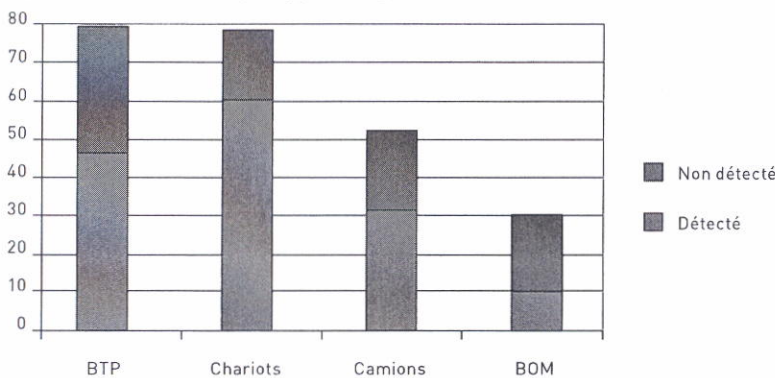


FIGURE 15

Répartition par type d'engin des collisions engins - piétons enregistrées dans EPICEA entre 1997 et 2008

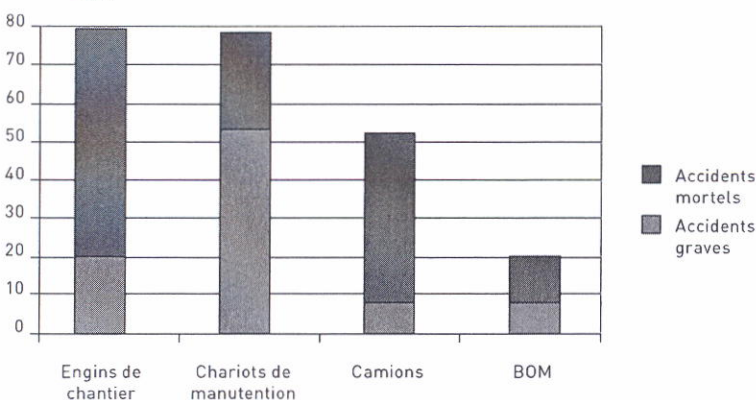
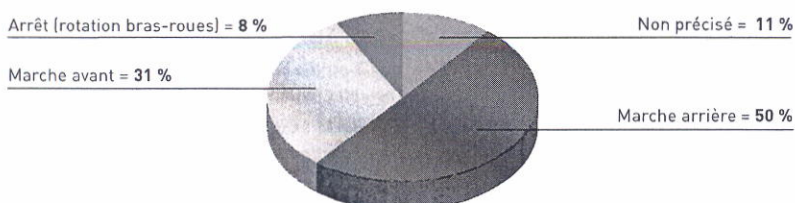


FIGURE 16

Répartition en fonction du mouvement de l'engin des collisions - engins piétons enregistrées dans EPICEA entre 1997 et 2008



pas de différence significative en termes d'efficacité entre les différents principes de détection (cf. Figure 14a). En effet, les circonstances particulières évoquées précédemment, qui auraient dû permettre cette différenciation, ne représentent que 10 % des cas.

Les cas où ces détecteurs sont considérés comme inefficaces sont principalement ceux pour lesquels la victime se trouve être à proximité de l'engin et ce, en accord avec le conducteur. Le fait que ce type de circonstances soit moins souvent cité dans les comptes rendus d'accidents impliquant des chariots élévateurs explique le fait que les systèmes de détection semblent plus efficaces pour ce type d'engins (cf. Figure 14b).

## SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

**Le problème de la collision entre engins et piétons existe pour de nombreux secteurs d'activité, il est confirmé par les statistiques relevées dans les bases de données d'accidents.**

Sur la période 1997-2008 et par rapport aux éléments matériels retenus (camions, engins de BTP, chariots de manutention), 2 157 accidents sont répertoriés dans la base de données EPICEA dont 325, soit environ 15 %, concernent réellement des collisions engins-piétons (cf. Figure 15).

Globalement, ces accidents surviennent plus en marche arrière, notamment pour les BOM où ils représentent 80 % des accidents alors qu'en moyenne la proportion est de 50 % (cf. Figure 16).

Bien que la base EPICEA soit centrée sur les accidents mortels, on constate toutefois des différences en termes de gravité entre ceux impliquant des chariots élévateurs et ceux mettant en cause des camions ou des engins de chantiers. A la lecture des comptes rendus d'accidents, ce constat peut s'expliquer par la taille et l'inertie des engins qui font que non seulement la visibilité au poste de conduite est réduite mais également que le conducteur ne se rend généralement pas compte de l'accident.

Des dispositifs de détection existent, que l'on peut maintenant raisonnablement envisager d'implanter sur des machines mobiles en complément d'autres mesures de prévention.

Depuis quelques années, des dispositifs de détection apparaissent sur le marché, basés sur des technologies laser, ultrasons, radar, ondes radioélectriques et vision numérique. Mais compte tenu de l'état actuel de la technique, aucun de ces détecteurs de personnes n'a la capacité à lui seul de répondre à l'ensemble des situations rencontrées.

Par ailleurs, aucun fabricant de ces dispositifs ne revendique à ce jour la notion de dispositif de protection. En conséquence, ils ne peuvent être utilisés que comme dispositifs d'aide à la conduite (cf. Encadré). En termes de hiérarchie des mesures de prévention, ils arrivent donc en toute dernière position comme des dispositifs complémentaires aux autres mesures de prévention existantes (séparation des voies de circulation, amélioration de la visibilité directe ou indirecte, limitation des vitesses, panier de recul, formation...).

Néanmoins, ils pourraient dans un peu plus de la moitié des situations accidentelles résiduelles, alerter efficacement le conducteur de la présence d'une personne à proximité de l'engin et lui permettre ainsi d'éviter l'accident<sup>6</sup>.

Avant toute installation d'un tel système de détection, il est important que l'utilisateur spécifie de façon détaillée son besoin en se basant sur la démarche de réduction du risque préconisée par la norme EN 12100-1 [8] à savoir :

■ spécifier les limites et l'utilisation de l'engin,

■ identifier les situations dangereuses (avance, recul, manœuvre, phase de démarrage, vitesse établie...) et les zones associées (avant, arrière, côté...),

■ estimer le risque pour chacune des situations dangereuses identifiées afin de prendre des décisions quant à la nécessité d'installer ou non un système de détection de personnes.

Il doit ensuite spécifier techniquement la ou les fonctions de détection souhaitées en termes de :

■ capacité de détection (taille du plus petit objet à détecter, distance de détection, dimension et localisation de la zone de détection, temps de réponse),

■ contraintes particulières (obstacles dans la zone de détection, fumées, poussières, eau...),

■ type et positionnement des signaux d'alarme (sonore, visuelle...).

## LE PROJET PRECEP

Ces évolutions techniques et leurs potentialités en termes de prévention des collisions sont à l'origine de nombreuses demandes issues des services prévention des CRAM<sup>7</sup>, mais aussi des fédérations professionnelles et des utilisateurs. Toutes montrent une préoccupation commune qui devra à terme être prise en compte dès la conception des engins mobiles.

Cette modification du contexte entraîne une évolution de l'état de l'art. Ainsi, la recommandation R 434 de la CNAMTS adoptée en novembre 2007 fait état de ces dispositifs de détection de personnes comme solutions techniques de prévention des collisions engins-piétons, ce que les précédentes recommandations n'abordaient que de façon très superficielle.

Dans le même domaine, la norme NF ISO 16001 [9] publiée en 2008 définit les modes opératoires d'essai et établit les critères relatifs au développement de systèmes de détection des risques et d'aide visuelle permettant de détecter la présence de personnes à proximité des engins de terrassement.

Compte tenu de ce contexte, l'INRS a engagé un projet de recherche PRECEP<sup>8</sup> (2009-2012) qui associe plusieurs départements de l'INRS ainsi que des partenaires externes institutionnels et industriels. Son objectif est d'apporter aux utilisateurs et aux concepteurs d'engins, ainsi qu'aux préventeurs, des éléments de réponse pour traiter les risques liés aux collisions engins-piétons et mettre en place les solutions adéquates pour prévenir ces risques. Il s'agit :

■ de proposer un cadre pour fédérer et consolider les actions de prévention menées dans les CRAM et les entreprises,

■ de caractériser précisément les avantages et les limitations de chacune des technologies utilisables pour la détection de piétons et élaborer une démarche pour leur choix et leur implantation. Il existe en effet un certain nombre de systèmes techniques d'aide à la conduite, mais aucun n'a à lui seul la capacité de

détecter des personnes dans l'ensemble des situations de travail rencontrées. En conséquence, il faut se donner les moyens de choisir le ou les capteur(s) et l'interface homme-machine qui sera(ont) le(s) mieux adapté(s) pour répondre aux problèmes posés,

■ de contribuer à l'émergence de dispositifs innovants dans ce domaine, par exemple en poursuivant les expérimentations en cours sur les dispositifs par ondes radios ou encore se rapprochant des acteurs du secteur de l'automobile ou de la vidéosurveillance qui ont beaucoup investi sur la détection de piétons [10],

■ d'élaborer des guides de choix, de bonnes pratiques, des supports audiovisuels et multimédia, des modules de formation...

Reçu le : 04/09/2009

Accepté le : 15/10/2009

<sup>6</sup> Il est important de rappeler que cette estimation n'est qu'indicative car elle se base sur l'adéquation théorique des principes de détection vis-à-vis des circonstances décrites dans les comptes rendus d'accidents EPICEA.

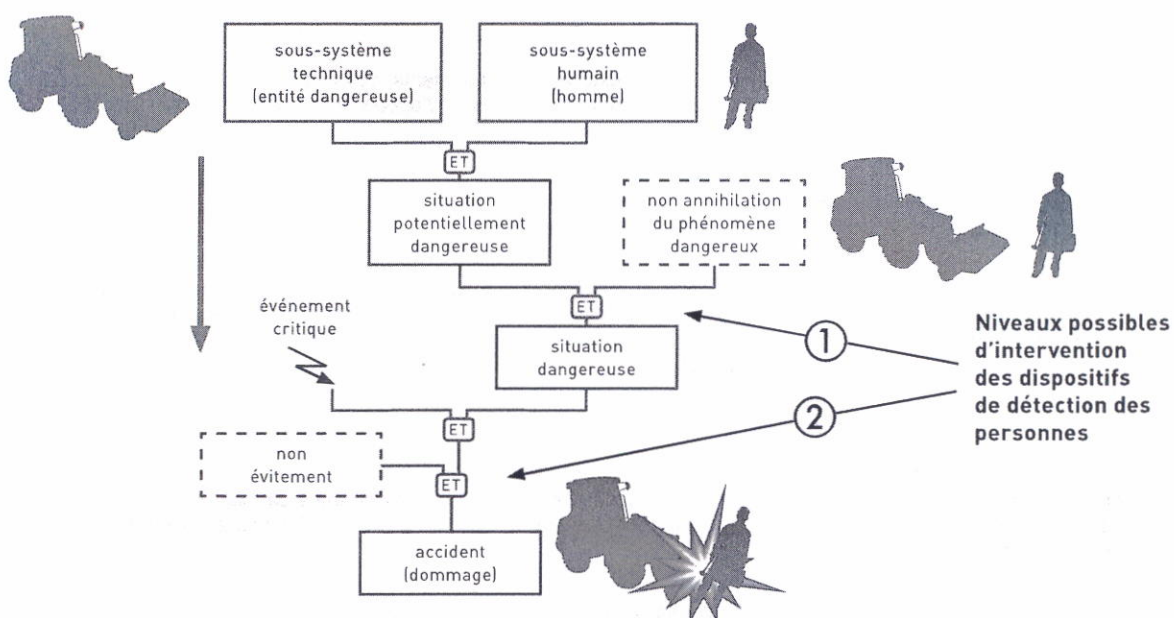
<sup>7</sup> CRAM : Caisse régionale d'assurance maladie.

<sup>8</sup> PRECEP : Prévention des collisions engins - piétons.

## ASSISTANCE À LA CONDUITE VERSUS AIDE À LA CONDUITE

Il est important de rappeler qu'en fonction de leurs caractéristiques fonctionnelles et de leur niveau de sécurité, les dispositifs de détection de personnes peuvent théoriquement agir à différents niveaux du processus accidentel tel qu'il est classiquement représenté dans le domaine des machines. Du fait de son énergie cinétique, un engin mobile est considéré comme étant une entité dangereuse. Associée à ce système technique, la présence de piétons implique la survenue de situations potentiellement dangereuses. Toute situation potentiellement dangereuse ne conduit pas pour autant au dommage. Encore faut-il que l'enchaînement des différentes étapes soit conditionné par d'autres facteurs : persistance de phénomènes dangereux (déplacement de l'engin et/ou du piéton), apparition d'événements critiques (perte d'équilibre, manœuvre intempestive, défaillance technique...), non-possibilité d'évitement (vitesse élevée, manque de visibilité...).

A titre d'information, les mesures de prévention qui consistent à séparer les flux de piétons des zones d'évolution des engins se situent en amont de ce processus. Elles relèvent de la prévention intrinsèque car elles évitent la création de situations potentiellement dangereuses.



Représentation simplifiée d'un processus accidentel

① Les dispositifs de détection de personnes peuvent agir relativement en amont du processus accidentel en empêchant qu'une situation potentiellement dangereuse ne se transforme en situation dangereuse. Dans ce cas, ils contribuent à ce que l'homme évolue dans un espace préalablement défini comme étant une zone protégée (ou à accès protégé). Si une personne venait à pénétrer dans une telle zone, sa présence serait immédiatement détectée et le phénomène dangereux annihilé (arrêt de l'engin par action automatique sur les freins, par exemple). Ils seraient alors considérés comme des dispositifs de protection à part entière et, à ce titre, entreraient dans le champ d'application de la directive 2006/42/CE, dite « Machines » [6]. Ils devraient alors non seulement satisfaire à des exigences fonctionnelles en termes de capacité de détection mais également aux exigences essentielles de sécurité qui leurs sont applicables listées à l'annexe I de cette directive.

② Ils peuvent également agir en fin de processus accidentel en informant le conducteur par un signal d'alarme de la présence d'une personne dans la zone surveillée. Ce signal peut être sonore et/ou visuel pour être perceptible dans l'environnement de travail du conducteur. Dans ce cas, le conducteur garde l'entière maîtrise décisionnelle des mouvements de l'engin. Au sens de la norme EN 12100-2 [6], il ne s'agit alors plus de dispositifs de protection mais de moyens de prévention complémentaires qui permettent d'éviter des situations dangereuses imminentes. En conséquence, ils ne dispensent en aucun cas du respect des consignes existantes relatives à la sécurité.

La recommandation R 434 de la CNAMTS [3], distingue ces cas de figure en dénommant respectivement ces dispositifs : « Dispositifs d'assistance à la conduite » et de « Dispositifs d'aide à la conduite ».

## DOCUMENT 3

### La prévention des risques des circulations internes en entreprise.

<http://www.officiel-prevention.com> - Mai 2012

La circulation interne en entreprise, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments, constitue un risque constant souvent sous-estimé, car les facteurs qui contribuent aux accidents sont quotidiens et d'apparence banale et sont présents dans toutes les activités industrielles au point de représenter une grande part des accidents du travail



#### L'essentiel

La circulation interne en entreprise, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments, constitue un risque constant souvent sous-estimé, car les facteurs qui contribuent aux accidents sont quotidiens et d'apparence banale et sont présents dans toutes les activités industrielles au point de représenter une grande part des accidents du travail : déplacements des piétons, des véhicules et chariots pour les approvisionnements des stocks, des chaînes de fabrication, des chantiers du BTP, mouvements des camions de livraison sur les quais de transbordement, des automobiles dans les garages ou sur les parkings, sont responsables de collisions entre véhicules et heurts avec des personnes ou des obstacles, de chutes de charges, provoquant des traumatismes pouvant être graves voire mortels.

Chaque chef d'établissement doit analyser les flux de circulation interne et mettre en place un plan de circulation, qui limite les risques de collision, et prendre les mesures de prévention telles que : indiquer clairement, dégager et éclairer les allées et les voies de circulation, faire respecter les règles et les procédures (vitesse des véhicules, respect de la signalisation, cheminement des piétons dans les zones prévues,...), entretenir les sols des voies de circulation et vérifier le bon état des véhicules, dimensionner les aires d'évolution en fonction des flux des produits et des matériels qui doivent y circuler, améliorer la visibilité etc.

L'échange d'informations avec les entreprises extérieures intervenantes et la coordination des mesures de prévention avec elles sur les règles de stationnement et de circulation sont aussi très importantes car, les relations non formalisées, entre transporteur et entreprise d'accueil, sont en effet souvent sources de nombreux dysfonctionnements et malentendus qui peuvent créer des situations dangereuses.

Enfin, en matière de circulation interne comme pour la circulation routière, le facteur humain est prépondérant : l'implication des employés est à la base de la culture sécuritaire et les « erreurs humaines » sont souvent révélées lors des expertises des accidents de circulation interne, ce qui implique d'abord la nécessité d'une formation à la conduite spécifique et de perfectionnement approprié pour les caristes, conducteurs d'engins, mais aussi de développer la sensibilisation au risque de circulation interne de tous les travailleurs et leur responsabilisation lors des observations et des feedback sur les incidents ou accidents.

#### Situations à risques dans les circulations internes

La circulation interne en entreprise correspond à l'ensemble des déplacements des personnes et des transports et manutentions de matières premières, pièces détachées et produits finis, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments et dans les locaux annexes.

Près de 200 000 accidents de travail sont liés aux circulations internes dans l'entreprise soit un quart environ des accidents annuels.

C'est une activité difficile à maîtriser, en raison du caractère varié des circulations à la fois dans leur parcours, leur modalité et leur intensité, des interférences avec les personnels d'autres services, fournisseurs, livreurs, clients ou public, de la variété et de la multiplicité des déplacements des chariots, des piétons, avec des caractéristiques différentes dans les vitesses, capacités de manœuvre : plusieurs catégories d'utilisateurs peuvent se côtoyer avec des niveaux d'information différents sur les dangers éventuels. C'est aussi une activité intrinsèquement dangereuse, du fait des énergies cinétiques élevées mises en œuvre (fonction de la masse et de la vitesse au carré), générant potentiellement des accidents graves. C'est enfin une activité concernant un nombre important de personnes (conducteurs et travailleurs), car tous les secteurs industriels et logistiques (distribution, ports, aéroports, ...) y font appel, d'où la proportion élevée des accidents de circulation interne par rapport aux autres. Les risques concernent les collisions entre véhicules, les heurts de véhicules sur des travailleurs ou des obstacles, des freinages ou virages brusques d'engins qui mènent à la chute de la charge sur des personnes. Les dangers concernent donc non seulement les conducteurs d'engins ou les caristes mais également tous les travailleurs qui se trouvent à proximité, qui peuvent être heurtés par l'engin ou sa charge du fait de l'inattention, du

manque de visibilité, ... Les situations à risques tiennent aux voies de circulation, aux véhicules et engins, à l'organisation des flux circulatoires et aux comportements humains : tous ces facteurs agissent de façon autonome mais aussi interdépendamment, et à chaque modification apportée à l'un d'entre eux, le risque d'accident est susceptible de changer lui aussi.

#### • Les voies de circulation

##### - La largeur et la géométrie de la voie

Les aires d'évolution en fonction des flux des produits et des matériels qui doivent y circuler sont parfois insuffisantes et/ou peu pratiques (virages trop serrés, rétrécissements, dénivelés...), ou les largeurs minimales concernant les voies de communication n'ont pas évoluées avec la nature et le gabarit des engins qui les empruntent : les croisements y sont difficiles avec des possibilités de collision, les personnes peuvent être coincées entre le véhicule et des murs, des éléments de structure de stockage, des machines, les espaces sont mal adaptés pour réaliser des manœuvres, des angles morts existent...

##### - Les encombrements

La circulation sur les voies peut être perturbée par des obstacles permanents (poteaux, piliers, tuyauteries...) ou temporaires (palettes, outils, bidons non rangés...), qui obligent à des contournements délicats ou provoquent des heurts. Fréquemment, les stationnements improvisés sont générateurs d'accidents, les zones d'attente sont mal localisées.

##### - L'éclairage et la visibilité

La qualité et quantité de lumière, le mode d'allumage, l'amplitude conditionnent grandement la visibilité des conducteurs et caristes. Les sources d'éclairage mal positionnées entraînent des zones d'ombre ou à contre jour.

##### - Le sol

Au assise peu solide, inégale, glissante (flaque d'huile, dépôt de graisse...) provoquent des embardées et cahots ou augmentent les distances de freinage. Un mauvais écoulement des eaux et l'absence de revêtements des sols antidérapants entraînent des phénomènes de glissement. Des plaques de recouvrement des ouvertures ne correspondant pas ou plus aux poids en charge des engins sont aussi des facteurs d'accident. La présence de verglas causé par l'absence de moyens de lutte (sable, sel de déneigement) ou la négligence est un facteur aggravant de danger dans les aires extérieures exposées.

##### - La signalisation

Des aires de circulation des piétons et des engins non ou mal matérialisées par marquage au sol des zones de cheminement, l'absence de panneaux indicateurs, de croisement, de limitation de vitesse, de priorité, l'absence de signalisation des zones à risque particulier et d'accès réglementés, génèrent un manque d'information ou de rappel des consignes très préjudiciable à la sécurité.

#### • Les véhicules et engins

Les engins utilisés dans la circulation interne en entreprise sont très variés : véhicules lourds (camions de toute nature), véhicules légers, vélos et motocyclettes, chariots de manutention, transpalettes manuel ou électrique... La diversité de leurs vitesse, poids, gabarit, manœuvrabilité font de leur coexistence un facteur de danger. Le mauvais état de ces véhicules (freins, pneumatiques, direction, feux de signalisation, éclairage, moyens de calage, avertisseurs sonores ou lumineux), par défaut d'entretien et de maintenance, est un facteur d'accident. De même que l'absence ou la dimension insuffisante des rétroviseurs.

#### • L'organisation des flux

La circulation à l'intérieur d'une entreprise est constituée de multiples flux dont la superposition, les interférences et la confusion entre piétons, engins et autres véhicules très différents entraînent des possibilités d'accidents de toute origine, lors des croisements, manœuvres...

On distingue :

- Les flux entrants de matières ou produits semi-finis,
- Les flux sortants de produits finis, de déchets,
- Les flux internes de matières, de pièces détachées, de produits, d'outils, d'emballages...
- Les flux du personnel ou du public (y compris pour se rendre dans des locaux annexes, remises, restaurant d'entreprise.. ou en véhicule motorisé ou à vélo.

Les caractéristiques diverses de ces flux (vitesse, gabarit, manœuvrabilité), des contraintes imposées à ces mouvements (formalités, temps de chargement ou de déchargement, temps d'attente), des densités de circulation en fonction de l'importance du trafic dans un même lieu et à un même moment, entraînent des flux circulatoires complexes : l'absence ou la mauvaise analyse et gestion de ces flux a pour conséquence la majoration de la fréquence et gravité des accidents. De plus, l'évolution des productions (charges plus ou moins pondéreuses ou de plus grandes ou faibles dimensions, augmentation des volumes et des effectifs...) entraîne aussi une évolution de ces flux qu'il faut prendre en compte, car cela modifie l'intensité et la nature du trafic.

#### • Les facteurs humains et comportementaux

Le comportement des piétons et des conducteurs d'engins de manutention et de véhicules est fondamental car les dimensions psychologiques ou cognitives modifient leur perception du risque, augmentant la probabilité d'erreurs ou d'omissions humaines de toutes sortes.

- Indiscipline : non-respect des règles et des procédures, de la signalisation, des priorités, des passages piétons, stationnement sauvage, vitesse excessive, cheminement hors des zones prévues

- Variabilité des critères d'aptitude des individus (morphologie, sexe, handicap, ancienneté dans l'entreprise, fatigue...).

- Organisation du travail générant précipitation, stress

- Comportements addictifs : alcoolisme, drogues, médicaments psychotropes. Même de faibles alcoolémies, entre 0,25 et 0,5 gramme par litre, entraînent des modifications sensibles des résultats lors de tests psychotechniques et sensoriels. A partir de ce taux d'alcoolémie, le temps de réaction est plus long, la fréquence d'erreurs en réponse aux stimuli visuels ou auditifs plus forte et le champ visuel périphérique est rétréci.

Les effets des drogues sont variables suivant les classes médicamenteuses ou produits stupéfiants, mais il y a systématiquement des phénomènes comportementaux, cognitifs et physiologiques récurrents tels la baisse de la vigilance, l'altération des capacités de jugement, les troubles de la mémoire, des capacités motrices, de la vision et des réflexes.

- Mauvaise coopération, notamment avec le personnel des entreprises extérieures. Les risques sont démultipliés lorsque plusieurs intervenants sont amenés à travailler simultanément, si la gestion de la sécurité n'est pas concertée entre les entreprises intervenantes et utilisatrices pour limiter les risques de « co-activité ». La formalisation des relations est complexe lorsque des livraisons ou des expéditions sont effectués par une entreprise extérieure, en particulier lorsqu'elle est nouvelle ou qu'elle intervient occasionnellement (difficultés de transmission des informations, indisponibilité de l'encadrement et du personnel de production ...). Les responsabilités en matière de sécurité peuvent devenir floues.

### Les mesures préventives des risques des circulations internes

Pour diminuer les risques liés à la circulation interne en entreprise, il faut prendre une série de mesures préventives, ayant trait à la prévention organisationnelle (plan de circulation, règles et procédures...), technique (aménagement des voies et des locaux, entretien des engins...) et psychologique (sensibilisation, formation...), tant les mesures passives sont insuffisantes dans ce domaine et que les mesures actives portant sur le comportement du personnel sont importantes, à l'instar de ce qui se passe pour la circulation routière. Il faut souligner que le Code du Travail stipule dans l'article R 235-3.1.5 que " Les lieux de travail intérieurs et extérieurs doivent être aménagés de telle façon que la circulation des piétons et des véhicules puisse se faire de manière sûre. ", et que des manquements graves à cette obligation peuvent mettre en jeu la responsabilité pénale de l'employeur en cas d'accident majeur.

#### • Les mesures préventives organisationnelles

- L'établissement d'un plan de circulation permet de déterminer le tracé des trajets effectués dans l'entreprise et leurs itinéraires et de lister les moyens de transport des marchandises et de déplacement des personnes. Cela permet d'identifier les zones critiques des circulations (croisements multiples, ...), de prévoir des voies de décélération, d'accélération et ronds points giratoire, les zones de stationnement, l'emplacement des aires de chargement/déchargement, les zones interdites ou réservées à certains véhicules etc.

Le plan de circulation est à la fois un outil technique qui permet une vision globale de la circulation dans l'entreprise, mais aussi un outil d'information auprès du personnel, des entreprises extérieures amenées à intervenir à l'intérieur de l'entreprise (sous-traitants, maintenance ...).

#### - Diminution des déplacements

Diminuer le nombre de déplacements des travailleurs et des marchandises à l'intérieur d'un bâtiment ou d'un bâtiment à l'autre fait partie de ces changements organisationnels qui contribuent automatiquement à diminuer les risques liés au transport interne.



Diminuer les distances entre les points à desservir est également judicieux, en intervenant aussi sur l'emplacement des parkings, des bâtiments annexes, des locaux sociaux, des vestiaires, avec des chemins les plus courts possibles.

#### - Séparation des flux de circulation

La limitation du nombre de collisions passe par la diminution de leur probabilité : séparation (infrastructure et marquage) entre piétons et véhicules par des cheminements dédiés pour les différents moyens de transport (camions, chariots, cyclistes...), des portes séparées pour les passages piétons et véhicules, des parkings distincts VL, PL, deux-roues, engins de manutention, création de sens uniques, vestiaires se trouvant sur le chemin parking/poste de travail,

La séparation physique peut être complétée par une séparation temporelle : horaires d'accès différents à une zone de travail, arrêt momentané de certaines manutentions aux changements d'équipes...

#### - Protocole de sécurité

Le protocole de sécurité est obligatoire dès qu'une entreprise de transport de marchandises fait pénétrer un véhicule dans une entreprise d'accueil (quelle que soit sa taille) en vue d'une opération de chargement ou de déchargement, quels que soient le type de marchandises, le tonnage et la nature de l'intervention du transporteur. Le protocole de sécurité comprend toutes les indications et informations utiles à l'évaluation des risques générés par l'opération et les mesures de prévention et de sécurité qui sont mises en place et qui doivent être observées. Il doit être tenu à la disposition des membres du CHSCT et de l'inspecteur du travail.

#### - Règles de circulation

Les consignes générales de circulation interne doivent être intégrées au règlement intérieur de l'entreprise : règles sur les manœuvres de demi-tours, marches arrière, priorités de passage, limitation de vitesse, distances de sécurité etc. Le règlement intérieur permet aussi de mettre en place un véritable « règlement alcool et produits illicites » de l'entreprise et d'interdire cette consommation dans l'entreprise formellement pour tous les conducteurs et caristes pour leur sécurité et celle d'autrui. Le dépistage d'alcoolémie est autorisé pour autant que la liste des postes de travail concernés, le rythme et les conditions de pratique des contrôles soient incluses dans le règlement intérieur.

#### - Conditions de travail

Une saine gestion de production rend compatible la pratique avec les règles de circulation interne, qui ne l'est pas ou peu lorsque d'autres priorités apparaissent contraignantes à l'excès : délais impératifs à respecter, aires de stockages saturées, retards de fabrication ...

#### • **Les mesures préventives techniques**

##### - Dimensionnement des aires de circulation

Les allées de circulation doivent être nettement délimitées et dégagées de tout encombrement et obstacle, et de largeur suffisante.

Préconisations :

Largeur minimum des voies de circulation	Circulation à sens unique	Circulation à double sens
Piéton seul	0,80 m	1,50 m
Piéton avec charge	1,20 m	2,00 m
Transpalette manuel	1,50 m	2,50 m
Transpalette électrique	2,00 m	3,30 m
Véhicule léger	3,00 m	5,00 m
Poids lourd	4,00 m	6,50 m
Chariot automoteur <sup>°</sup>	2,40 m	4,00 m

<sup>°</sup> de largeur inférieure à 1,30m (charge comprise, soit une capacité petite ou moyenne) ; pour les fortes capacités, adopter des largeurs supérieures

#### - Equipement et entretien des aires de circulation

- revêtement au sol à la résistance adaptée aux sollicitations, antidérapant, sans trous.
- éclairage approprié des différentes zones, bien positionné
- marquage au sol des zones de cheminement bien clair
- ouvertures recouvertes de plaques encastrées au raz du sol conformes à la norme NF EN 124
- traitement du sol en cas de gel
- équipements d'aide à la visibilité (miroir) pour les zones aveugles
- suppression des obstacles et rectification des virages

#### - Equipement et entretien des engins

La présence et le bon fonctionnement des équipements de sécurité des véhicules et engins est indispensable : éclairage, avertisseur sonore et/ou lumineux de recul, freins, pneumatiques, direction, moyens de calage, rétroviseurs. Les chariots automoteurs sont soumis à trois types de vérifications :

- les vérifications lors de la mise en service,
- les vérifications lors de la remise en service après réparation ou accident (démontage, remontage ou modification pouvant remettre en cause la sécurité)
- Les chariots automoteurs doivent subir une visite générale périodique (à réaliser tous les 6 mois par un organisme compétent ou une personne qualifiée).

#### - La signalétique de circulation

Des pictogrammes de signalisation ou panneaux permettent d'aménager des cheminements sécurisés en attirant l'attention ou en signalant un danger spécifique à certains endroits (présence de produits dangereux stockés, repérage des obstacles ...). Ils doivent être identiques au code de la route pour les cas les plus courants, avec un logo spécifique sinon. L'efficacité de la signalisation dépend de son emplacement (endroit bien éclairé, facilement accessible) et doit être visible soit à l'accès à une zone pour un risque général, soit à proximité immédiate d'un risque déterminé ou d'un objet (poteau, tuyauterie...) à signaler. Une signalétique redondante ou excessive est à proscrire (Ex : nombre excessif de panneaux à proximité immédiate les uns des autres, signal lumineux à proximité d'une autre émission lumineuse,...).

#### **• Les mesures préventives comportementales**

La bonne connaissance des engins, des lieux et des flux s'acquiert par des mesures d'information et de formation obligatoire ou complémentaire, mais ce n'est pas suffisant. La maîtrise des risques ne peut pas se concevoir sans prendre en compte la perception que les personnes concernées en ont. En effet, on a pu remarquer que, même si on informe les individus sur les risques auxquels ils peuvent être confrontés et si on leur donne les moyens d'y faire face, ces derniers n'en changent pas forcément leurs comportements.

C'est pourquoi, partir du principe qu'une fois l'information et la formation sont donnés, les comportements de sécurité s'effectueront de manière appropriée n'est pas du tout certain et il est nécessaire de développer aussi une conscientisation des risques liés à la circulation interne au sein de l'entreprise.

#### - Les mesures d'information

Le manque d'informations concerne en premier lieu les nouveaux embauchés, les intérimaires et le personnel de sous-traitance : il convient d'assurer qu'ils aient une connaissance suffisante du plan de circulation, des zones à risques particuliers, et une information sur les lieux et instructions (consignes de sécurité) à respecter ...

#### - Les mesures de formation

La réglementation relative à l'utilisation des équipements de travail mobiles automoteurs (Code du Travail R.223-13-19) impose une obligation de formation au personnel susceptible de les conduire et une aptitude médicale. Une obligation de délivrer une autorisation de conduite incombe à l'entreprise pour les chariots automoteurs de manutention à conducteur porté. Des stages de perfectionnement à la conduite permettent de maintenir les aptitudes à bon niveau.

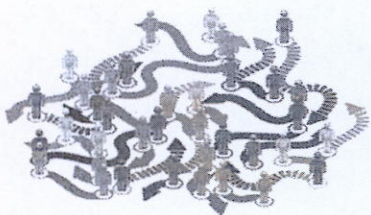
#### - Les mesures de sensibilisation aux risques

Des techniques d'animation sont utilisées pour amener un groupe d'opérateurs à travailler sur des cas concrets d'accidents de circulation survenus dans l'entreprise et à identifier les bonnes pratiques qui auraient pu les éviter pour permettre à chacun des membres du groupe de travail d'être sensibilisé personnellement à la sécurité, de prendre conscience, exemples à l'appui, des conséquences résultant de l'absence de mesures de prévention adéquates.

On peut utiliser l'arbre des causes qui est une méthode d'analyse a posteriori d'un accident, pour en obtenir une description objective, reconstituer le processus accidentel, en identifiant tous les facteurs et leurs relations ayant concouru à sa survenance, de façon à proposer des mesures de prévention pour qu'il ne se reproduise pas et alimenter ainsi le processus de retour d'expérience. Au-delà de son apport à l'adoption de mesures préventives, la méthode de l'arbre des causes est un outil pédagogique très efficace pour la formation et la sensibilisation à la sécurité. La formation à cette méthode est courte et, de la sorte, peut être dispensée aisément à de nombreux salariés, dont les membres du CHSCT.

## RISQUE LIÉ AUX CIRCULATIONS INTERNES

### De quoi s'agit-il ?



©istockphoto

C'est un risque d'accident résultant du heurt d'une personne par un véhicule (motocyclette, voiture, camion, chariot de manutention...) ou de la collision de véhicules entre eux ou contre un obstacle, au sein de l'entreprise. C'est un risque dont les conséquences peuvent être très graves, d'autant plus si l'énergie mise en jeu est importante (vitesse, masse...).

### Quels sont les métiers exposés ?

Exposition élevée	Exposition moyenne
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Constructeur de décors</li> <li>▪ Technicien structure</li> <li>▪ Rigger</li> <li>▪ Machiniste spectacle vivant</li> <li>▪ Machiniste prise de vues</li> <li>▪ Cadreur</li> <li>▪ Chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technicien lumière</li> <li>▪ Électricien</li> <li>▪ Conducteur de groupe/Groupman</li> <li>▪ Perchiste/Perchman</li> <li>▪ Technicien maintenance</li> </ul>

### Que dit la réglementation ?

Voici quelques références au Code du travail, vous pouvez le retrouver sur [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)

- **Conditions de circulation** : articles R. 4141-11 et R. 4141-12 du Code du travail

Les salariés doivent être formés à la sécurité relative aux conditions de circulation pour avoir connaissance des règles de circulation des véhicules sur les lieux de travail, des issues et dégagements de secours, et des consignes d'évacuation.

- **Circulation des piétons et des véhicules** : article R. 4224-3 du Code du travail

Les lieux de travail intérieurs et extérieurs sont aménagés de telle façon que la circulation des piétons et des véhicules puisse se faire de manière sûre.

- **Portes et portails** : articles R. 4224-9 à 13 du Code du travail

Les portes et portails doivent notamment posséder des panneaux transparents. Pour ceux qui sont coulissants, ils doivent être dotés d'un système de sécurité leur évitant de sortir de leur rail et de tomber.

- **Équipements de travail mobiles** : articles R. 4323-50 à R. 4323-52 du Code du travail

L'employeur établit des règles de circulation lorsqu'un des équipements de travail mobiles évolue dans une zone de travail.

**Situations dangereuses : quand les salariés sont-ils exposés à ce risque ?**      **Mesures de prévention : Comment prévenir ce risque ?**

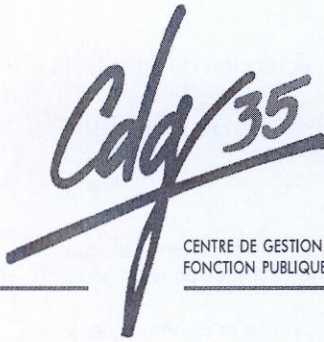
**Thèmes transversaux :**

<p><b>Co-activité</b> : absence de coordination entre les différentes entreprises présentes, entre les différents corps de métiers, absence de plan de prévention, absence de communication</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Préalablement à l'inspection commune, chaque entreprise détermine les activités pouvant générer des risques,</li> <li>▪ Établir un plan de prévention et communiquer les informations à l'ensemble des intervenants</li> <li>▪ Élaborer les procédures et consignes adaptées,</li> <li>▪ Rédiger les documents spécifiques : établir un plan de circulation lorsque les lieux le justifient,</li> <li>▪ Assurer un suivi des travaux.</li> </ul>
<p><b>Organisation du travail</b> : contrainte de temps, travail en urgence, précipitation, charge mentale (vigilance, concentration accrue...)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organiser la formation professionnelle,</li> <li>▪ Organiser l'accueil aux postes de travail,</li> <li>▪ Mettre en place des moyens de communication.</li> </ul>
<p><b>Équipement de protection</b> : absence d'équipement de protection collective et individuelle, équipement inadapté, inopérant, mauvaise utilisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mettre en place la signalétique adaptée,</li> <li>▪ Veiller au bon état des avertisseurs sonores et lumineux.</li> </ul>
<p><b>Information, formation du personnel</b> : absence, lacunaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informer et former les salariés aux risques liés à la circulation interne</li> </ul>
<p><b>Environnement</b> : bruit, méconnaissance des lieux, lieux non adaptés</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Repérer les lieux avec les salariés,</li> <li>▪ Privilégier les EPC aux EPI,</li> <li>▪ Former et informer les travailleurs.</li> </ul>
<p><b>Éclairage</b> : obscurité, faible lumière, éblouissement,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intégrer l'éclairage et éclairer convenablement les lieux de travail,</li> <li>▪ Assurer l'entretien régulier du matériel d'éclairage.</li> </ul>

**Thèmes spécifiques :**

<p><b>Véhicule</b> : absence ou mauvais entretien du véhicule utilisé, véhicule inadapté, mal aménagé</p>	<p><b>Organisationnels :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entretien des véhicules ; remise en conformité des véhicules et engins concernés,</li> <li>▪ Consigner et réparer immédiatement en cas de défaillance,</li> <li>▪ Aménager le véhicule : casiers, rangements, sangles, ...</li> </ul> <p><b>Formation, information, sensibilisation</b></p>
<p><b>Circulation</b> : zone de circulation commune pour les véhicules et les piétons, zone encombrée, absence de visibilité, passage étroit, zone de manœuvre exigüe, vitesse excessive</p>	<p><b>Organisationnels :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Établir des règles de circulation des piétons et des véhicules,</li> <li>▪ Séparer les voies des piétons et des véhicules,</li> <li>▪ Signaler, éclairer et entretenir les voies de circulation, les aires de manœuvre et les zones d'arrêt,</li> <li>▪ Établir un protocole de sécurité,</li> <li>▪ Délimiter les zones de chargement et de déchargement,</li> <li>▪ Ne pas téléphoner pendant les déplacements.</li> </ul> <p><b>Techniques - EPI :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fournir et porter des vêtements de haute visibilité adaptés si nécessaire.</li> </ul> <p><b>Formation, information, sensibilisation :</b> Former le personnel sur la manière de conduire en sécurité.</p>
<p><b>Etat du sol</b> : revêtement du sol dégradé ou mal fixé, sol glissant (liquide sur le sol, condition climatique), ou instabilité du sol (gravillons, dalles descellées), trou, pente et dénivelé, défaut de résistance</p>	<p><b>Organisationnels :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Signaler, éclairer et entretenir les voies de circulation,</li> <li>▪ Utiliser des véhicules disposant d'un système de protection contre le retournement.</li> </ul> <p><b>Formation, information, sensibilisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Former le personnel à une conduite en sécurité</li> </ul>

**Pour tout complément d'information ou question relative aux risques liés aux circulations internes** n'hésitez pas à contacter votre médecin du travail ou la Conseillère en Prévention des Risques Professionnels du CMB à [intervention@cmb-sante.fr](mailto:intervention@cmb-sante.fr)



CENTRE DE GESTION DE LA  
FONCTION PUBLIQUE TERRITORIALE

## LE PLAN DE CIRCULATION

*La circulation est rarement identifiée en tant que risque professionnel à l'intérieur de l'enceinte de l'établissement. La circulation en interne, trop souvent anarchique, crée beaucoup d'incidents et d'accidents matériels (véhicules, machines et bâtiments) et humains (chauffeurs et piétons).*

*Les déplacements sur les lieux de travail provoquent chaque année environ 120 000 accidents avec arrêt de travail, soit 18 % de l'ensemble des accidents du travail, 5,4 millions de journées de travail perdues. Outre le coût humain, la perte directe pour la société est de l'ordre de 730 millions d'euros toutes activités et tous secteurs confondus.*

### Obligations réglementaires

- Le décret n° 85-603 du 10 juin 1985, modifié par le décret n° 2000-542 du 16 juin 2000, stipule que les collectivités territoriales sont soumises au titre III du livre II du Code du Travail.
- Le Code du Travail et notamment l'article R. 4224-3 relatif aux lieux de travail intérieurs et extérieurs devant être aménagés de telle façon que la circulation des piétons et des véhicules puisse se faire de manière sûre.

### Définition

La circulation sur un site peut être définie comme l'ensemble des déplacements des personnes, des moyens de transport et de manutention de matières premières et de produits à l'intérieur et à l'extérieur de bâtiments. Cela recouvre :

- les entrées-sorties du personnel et des visiteurs ;
- l'entrée dans l'établissement des matières premières et autres produits ;
- l'entrée des produits nécessaires au fonctionnement (administration, entretien, restauration...)
- les mouvements entre les ateliers (et à l'intérieur de ceux-ci) des matières, produits et matériels roulants ;
- la sortie des produits finis ou usinés, des déchets...

Mais aussi :

- les déplacements du personnel (qu'il soit motorisé ou à pied) à l'intérieur de l'établissement pour les nécessités de fabrication, stockage, manutention, administration et toutes autres opérations ;
- les déplacements du personnel pour se rendre dans les locaux annexes : vestiaires, lavabos, foyer, infirmerie...

### Méthodologie d'analyse de la circulation

La méthodologie d'analyse de la circulation permet l'identification des " zones à croisements multiples " considérées comme lieux à risques. Cette méthodologie se déroule en cinq étapes :

- établir un plan du site ;
- recenser les moyens de transport et de déplacement (flux de circulation) ;
- déterminer et tracer sur le plan les itinéraires ;
- déterminer les périodes de circulation et les représenter graphiquement ;
- identifier les zones de circulation à croisements multiples.

Une analyse physique de ces croisements permet de modifier les conditions considérées comme aggravantes (intensité des diverses circulations, obstacles, état du sol, visibilité, éclairage...)

La recherche des actions possibles sur les divers flux, sur l'implantation des bâtiments et des postes de travail, sur l'organisation, oriente vers des solutions qui pourraient être mises en œuvre.

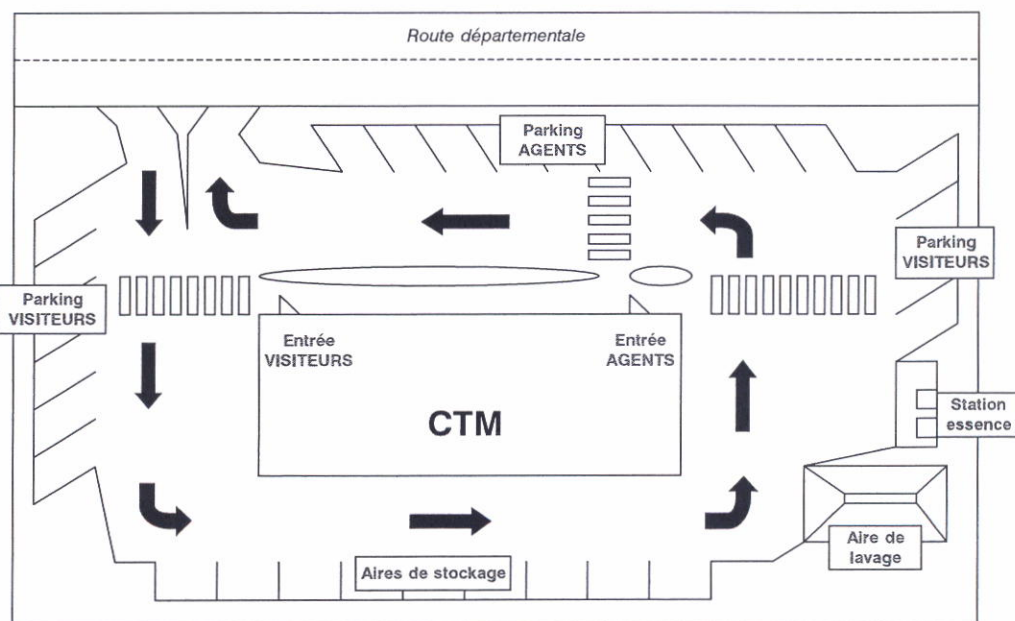
Les solutions à adapter sont celles qui, suivant les principes généraux de prévention, tendent à privilégier la prévention collective par rapport à la prévention individuelle, c'est-à-dire :

- supprimer le flux de circulation ;
- supprimer les croisements de flux ou les interférences de flux ;
- limiter la fréquence du trafic ;
- aménager le parcours pour réduire les risques ;
- informer les personnes qui empruntent les flux.

Concrètement, ces actions doivent agir sur :

- L ' entrée du site : signaler l'entrée, indiquer le plan de circulation et les consignes applicables aux personnes entrantes, créer des entrées permettant de séparer les piétons des véhicules...
- Les portes et les portails : dimensionner les passages permettant l'évacuation des personnes en cas d'incendie, en fonction des effectifs, séparer les passages piétons des passages véhicules, permettre la visibilité au travers des portes, protéger les voies piétons par des gardes-corps...
- La création d'un sens unique giratoire : il faut privilégier le sens inverse aux aiguilles d'une montre identique au code de la route, cela permet de limiter les manœuvres (le rayon de courbure minimal recommandé est de 13,5 mètres pour un camion et un tracteur avec une remorque ainsi qu'une largeur de voie de 4 mètres)...
- Les voies de circulation : permettre le passage des charges les plus importantes et les plus encombrantes et être bien adaptées au gabarit des véhicules qui y transiteront, ces voies doivent être délimitées physiquement (trottoirs, plots...), bien positionner les parkings afin de limiter les déplacements de piétons, mettre en place une signalisation verticale et horizontale...
- Les quais : faciliter l'accès au quai, éclairage suffisant, signalisation du quai pour l'approche...
- L ' implantation des aires de stockages et des déchets : séparer et diviser les risques en prévoyant dès le début les aires nécessaires au stockage (matières premières, déchets...), la séparation matérielle des zones, le choix du moyen de stockage, le tracé des voies de circulation...
- L ' implantation des postes de travail, installations et machines, locaux sociaux : les machines doivent être installées de manière à ne pas empiéter sur les allées principales et permanentes de circulation ; les locaux sociaux doivent être réunis en un seul bloc permettant de mettre en place des installations complètes, perfectionnées, économiques et faciles à entretenir...
- L ' état des sols : les caractéristiques de sols doivent être étudiées en fonction de l'activité spécifique aux lieux de travail concernés (résistance, aspect, facteurs d'ambiance lumineux et sonores, entretien...),
- La visibilité et l'éclairage : l'important est de laisser le plus grand champ visuel possible aux chauffeurs lors de la circulation et des manœuvres ; l'éclairage de la zone doit être suffisant et homogène, adapté aux tâches à effectuer, évitant l'éblouissement et les zones d'ombre...
- La signalisation : elle doit être horizontale (panneaux de couleur et lumineux) et verticale (mise en place de marquages au sol).

Exemple de plan de circulation extérieur pour un Centre Technique Municipal



**ENGINS ET PIÉTONS** ne font pas bon ménage. Pour prévenir le risque de collisions, la première solution est de séparer les flux, afin que chacun évolue dans une zone qui lui est propre. Mais il est rarement possible de les dissocier complètement et il persiste souvent des zones de croisement ou de coactivité. Des dispositifs peuvent alors aider le conducteur à mieux voir ou détecter les piétons.

## La séparation des flux montre la bonne voie



© Fabrice Dimier pour l'INRS

sation puis sur le couple visibilité-détection », précise-t-il. Mais pourquoi ne pas s'appuyer uniquement sur un dispositif de détection, qui donne l'alarme lorsqu'un piéton est trop proche? « Parce que, dans certaines conditions, il peut être défaillant, sans le signaler. Et, même en état de fonctionner, il peut ne pas donner l'information attendue lorsqu'il est utilisé dans des conditions imprévues », ajoute Pascal Lamy. Et manifestement, accroître la visibilité au poste de conduite ne suffit pas... « Il est important de l'améliorer, soit directement, soit avec des rétroviseurs et des caméras, poursuit-il. Le problème est que, s'il y a trop d'informations, trop d'écrans, le conducteur ne verra pas partout en même temps. »

Souvent, lorsqu'une entreprise se penche sur la question des collisions engins-piétons, c'est qu'elle a subi un accident. Sous le choc, elle veut une solution immédiate et se tourne vers la technique en pensant qu'elle résoudra le problème. » Tel est le constat de Pascal Lamy, responsable de

l'étude sur la prévention des collisions engins-piétons à l'INRS. Or les dispositifs techniques pour améliorer la visibilité au poste de conduite ou détecter des piétons, s'ils se révèlent indispensables, ont des limites. Ils doivent s'inscrire dans une démarche globale: « Dans un premier temps, les entreprises doivent travailler sur l'organi-

La séparation des flux de piétons et d'engins se traduit par des allées de circulation distinctes, délimitées par de la peinture au sol au minimum ou, mieux, des barrières physiques.

### Choc, écrasement et vidéo

Le risque de collisions engins-piétons, c'est le choc, le heurt ou l'écrasement (contre l'engin lui-même ou contre un obstacle) d'un piéton lors du déplacement d'un engin. « Pour une niveleuse, par exemple, ce sont les risques liés à ses manœuvres de recul ou d'avancée à l'avant ou

### CAMÉRAS : BIEN CHOISIR SON MATÉRIEL

Le choix de l'angle de la caméra est fonction de la zone à couvrir. Il faut qu'elle couvre au minimum la totalité de la zone de danger, voire au-delà pour limiter les effets de la déformation au bord de l'image. La norme ISO 16001 précise que le piéton doit avoir une taille d'au moins 7 mm sur l'écran. L'INRS préconise 10 mm pour qu'on puisse détecter un piéton en un coup d'œil. Sous réserve que cette condition soit remplie, la taille de l'écran importe peu et sera choisie selon la place disponible dans l'habitacle. La robustesse mécanique des caméras est à prendre

en compte. Il faut choisir du matériel de chantier, qui résiste aux vibrations, températures extrêmes, projections diverses, et pas des caméras à usage domestique. Par ailleurs, les caméras ont beaucoup de fonctionnalités (inverser l'image, régler la luminosité...) et il est nécessaire de verrouiller toutes celles qui ne sont pas liées à la qualité de l'image car elles peuvent être sources d'erreurs lors d'un changement de conducteur.





© Gaël Kerbaol/INRS

Le risque de collisions engins-piétons, c'est le choc, le heurt ou l'écrasement (contre l'engin lui-même ou contre un obstacle) d'un piéton lors du déplacement d'un engin.

à l'arrière, voire les risques de coïncidence sur les côtés mais pas les risques liés aux déplacements des éléments mobiles tels que la lame », décrit Pascal Lamy. « Ce que nous appelons engins, c'est une famille de matériel motorisé, non immatriculé, comme les engins de chantier, les nacelles, les chariots de manutention... Ils se retrouvent principalement sur les chantiers de BTP, les usines de collecte et tri des déchets et la logistique », complète Alain Le Brech, responsable du pôle Construction manutention levage et transport à l'INRS.

Lors de manœuvres ou de mises à quai des camions, la problématique est similaire. Sur les 325 accidents graves ou mortels recensés dans la base Epicéa de l'INRS entre 1997 et 2007, 42% concernaient le transport routier (lors de manœuvres de recul ou de mise à quai de camions), 25% la logistique, la grande distribution et l'agroalimentaire, 24% le BTP et 9% le ramassage et tri des déchets. Au niveau de la Cnamts, le nombre d'accidents impliquant des engins n'est pas identifié. « Mais, indique Pascal Lamy, lorsqu'un accident de ce

type survient, il est généralement grave, voire mortel. »

### Séparer les flux

Alors, quelle démarche adopter? D'abord, penser à l'organisation. « Il faut séparer autant que possible les flux de piétons d'un côté et d'engins de l'autre », indique Michel Granier, tuteur dans l'enseignement à distance pour l'INRS, spécialiste de la

“

C'est dès la conception des bâtiments que la circulation doit être pensée afin notamment d'éviter les courbes et de limiter les manœuvres.

”

question. Cela se traduit par des allées de circulation distinctes, délimitées par de la peinture au sol au minimum, ou, mieux, des barrières physiques. Lorsqu'il y a des portes, les passages des piétons et des engins doivent être séparés car, même si ces

venir compléter le dispositif. Après analyse des situations à risques, certains systèmes peuvent s'avérer utiles, voire indispensables.

Première chose: améliorer la visibilité au poste de conduite. « Pour prévenir les collisions, il



**11 304** accidents avec arrêt, 1517 accidents avec invalidité permanente et 112 accidents mortels ont été causés par des engins de terrassement, tous accidents confondus, entre 2001 et 2011.

(Source : CNAMTS.)

**200 000,** c'est l'estimation du parc d'engins de chantier en 2012.

**1 085** accidents de travail d'accrochage de piéton par un véhicule ont été recensés en 2011 par la CNAMTS (tous types de véhicules) dont 10 ont entraîné un décès.

faut que le conducteur puisse voir les piétons, et la priorité est qu'il puisse les voir directement, explique Jacques Marsot, responsable de l'unité Ingénierie de conception de systèmes sûrs à l'INRS. Mais la cabine ne peut pas être ouverte à 360°. Il y a forcément des zones masquées ou des angles morts. Pour y remédier, on peut mettre des miroirs, des caméras numériques... » Et veiller à ce que le conducteur soit formé à l'utilisation d'un système caméra-écran car c'est lui qui est responsable de son bon fonctionnement. Mais c'est à l'entreprise, si elle choisit de mettre en place des caméras, de former ses conducteurs. « Et la caméra doit être uniquement dédiée à la détection de piétons, et ne pas servir d'outil de guidage », complète Jacques Marsot.

Les caméras sont de plus en plus répandues car les prix diminuent et leur robustesse augmente. Le risque est de privilégier la

caméra sur la visibilité directe, ce qui augmente le nombre d'informations à surveiller simultanément et rend plus difficile la détection d'un piéton par le conducteur. Ainsi, il y a quatre fois plus d'erreurs de détection sur un écran divisé montrant plusieurs zones en même temps que sur un écran consacré à une seule zone. D'autant qu'il ne faut pas oublier qu'un conducteur d'engin a déjà une tâche à effectuer. « Avec le laboratoire Ergonomie et psychologie appliquées à la prévention de l'INRS, nous avons fait une analyse ergonomique avec une niveleuse, se rappelle Pascal Lamy. Selon le type de chantier, le conducteur regardait entre 50 et 70% du temps vers la lame. »

### Des systèmes complémentaires

C'est là que les systèmes de détection de piétons peuvent être utiles, voire irremplaçables. « Mais aucun dispositif n'est

## REPÈRES

■ **CERTAINS** systèmes de détection de piétons proposent une zone de préalerte et une d'alerte. Cette fonction est à bannir. La zone d'alerte doit être unique, avec une consigne simple qui correspond à l'arrêt de l'engin lorsque le signal retentit. Le fait d'avoir deux zones augmente le nombre d'alarmes et donc le risque de ne pas être prises en compte. Il existe également des systèmes visant à limiter les conséquences d'une collision tels que des pare-chocs sensibles ou des paniers de sécurité, destinés à recevoir le piéton en cas de collision. Mais ces systèmes ne préviennent pas les collisions, ils en limitent seulement les dommages.

De multiples dispositifs d'aide à la prévention des collisions engins-piétons existent, à l'instar de celui-ci qui prévient par un signal lumineux la présence d'un individu dans la zone de manœuvre du véhicule.

© Fabrice Dimier pour l'INRS

capable de résoudre totalement un problème de collision », précise Jean-Pierre Buchweiller, chercheur au pôle sûreté des systèmes automatisés à l'INRS. Différents dispositifs existent : ultrasons, radars, marqueurs radioélectriques pour lesquels le piéton doit être muni d'un badge, analyse d'image, scrutateur laser... « La solution dépend de l'engin, de ce qu'on en fait, des zones dans lesquelles il n'y a pas de visibilité », explique Patrick Bertrand, également chercheur au pôle sûreté des systèmes automatisés à l'INRS.

Par exemple, sur un chantier en extérieur, le système de marqueurs radioélectriques peut s'avérer inadapté, la gestion des badges étant trop compliquée. Il est aussi nécessaire que le dispositif soit cohérent avec la situation : il n'est pas forcément utile de détecter loin de l'engin car cela provoque beaucoup d'alertes, jusqu'à plusieurs centaines par heure. Les opérateurs risquent de ne plus en tenir compte, voire de saboter le système. Enfin, il doit ne servir qu'à réduire les risques et ne pas être utilisé comme une aide aux manœuvres.

Prévenir les collisions engins-piétons, c'est donc adopter une démarche basée sur l'organisation, puis sur l'amélioration de la visibilité et la détection de personnes. Mais, parfois, ces deux derniers axes peuvent ne pas être nécessaires. L'organisation de l'espace et du travail rend parfois possible une séparation complète des flux. Le risque est alors éliminé. Un cas idéal, qui dépend des contraintes du travail et de l'environnement. ■

L. C.



## POUR EN SAVOIR PLUS

### Publications INRS

- *Prévenir les collisions engins-piétons - Dispositifs d'avertissement*, ED 6083.
- *Conception de l'organisation des circulations et des flux dans l'entreprise - Préconisations pour la prévention des risques professionnels*, ED 6002.
- *Prévention des risques occasionnés par les véhicules et engins circulant ou manœuvrant sur les chantiers de BTP*, R 434.
- *Utilisation des engins de chantier*, R 372 modifiée.

À consulter et à télécharger sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).

### Travail & Sécurité

- « À chacun sa voie », *Travail & Sécurité* n° 669, Janvier 2007.
- À consulter sur [www.travail-et-securite.fr](http://www.travail-et-securite.fr).

### Hygiène et Sécurité du travail

- « Collisions engins-piétons, analyse des récits d'accidents de la base Epicéa », *HST* n° 217, 2009.
- « Visibilité et prévention des collisions engins-piétons, analyse bibliographique », *HST* n° 224, 2011.

À consulter sur [www.hst.fr](http://www.hst.fr).

LE CENTRE DE TRI et de transfert de déchets situé à Chassieu a été désigné par Veolia pour tester des solutions de prévention des collisions entre engins et piétons. Séparation des flux, nouvelle organisation du travail et systèmes de détection embarqués comptent parmi les mesures retenues.

## Le recyclage fait son tri

On a souvent tendance à se dire que cela n'arrive qu'aux autres, jusqu'au jour où l'accident a lieu. » Luc Le Quintrec, directeur opérationnel chez Veolia propreté Rhin-Rhône, a conscience qu'un drame a été évité de justesse au centre de tri de Chassieu, situé à proximité de Lyon. En 2009, un chariot a heurté un salarié. Il y eut plus de peur que de mal. Néanmoins, cet accident ainsi que d'autres survenus dans le groupe ont poussé Veolia à agir pour réduire les risques liés aux collisions entre engins et piétons.

Dans ce but, la décision a été prise par Veolia de désigner le site de Chassieu comme l'un des centres pilotes. Sur place, environ 40 000 tonnes de papiers-cartons sont triées et recyclées chaque année. Ces déchets proviennent principalement des entreprises. Ils sont ensuite revendus sous la forme de balles aux papetiers en France ou à l'export.

### Sensibiliser les salariés

Ces opérations de tri se traduisent par une forte coactivité. Tous les jours, des dizaines de camions livrent leurs déchets, avant

de repartir chargés de balles. Entre-temps, les papiers-cartons ainsi que certains plastiques et encombrants sont manipulés par des chariots ou des pelles industrielles. De fait, piétons et véhicules se retrouvent souvent au même endroit au même moment. Le risque de collision augmente alors avec l'intensité de l'activité et les aléas (intempéries, retards, pannes...).

La première étape du projet de prévention initié à Chassieu visait à sensibiliser les salariés. Pour ce faire, le film de l'accident

survenu en 2009 a été diffusé à toutes les équipes. « Il n'y a pas mieux pour marquer les esprits », assure Jean-Louis Mouniee, responsable d'exploitation du site. Un groupe de travail intégrant des opérateurs, le service QHSE, des fabricants de matériel et le CHSCT a par la suite été mis en place.

À l'issue de cette démarche participative, le choix s'est porté sur des mesures permettant de séparer autant que possible les flux d'engins et de camions des flux de piétons. Et ce, en inter-

venant de la circulation des engins et des piétons. Des balisages au sol ont été réalisés pour les piétons qui transitent d'un bâtiment à un autre. À certains endroits, des garde-corps et des barrières ont aussi été installés.



© Fabrice Dimier pour l'INRS

### LE RECYCLAGE DU PAPIER

Le recyclage des papiers et des cartons permet de réutiliser plusieurs fois les fibres de cellulose qu'ils contiennent. Ces matériaux sont tout d'abord broyés puis plongés dans de l'eau chaude à l'intérieur d'une grande cuve appelée pulpeur. Ce procédé permet de séparer les fibres de cellulose des autres matériaux. La pâte ainsi formée est ensuite débarrassée de ses impuretés (plastique, colle, agrafes...) par filtration sous pression. L'étape suivante consiste à ajouter de l'oxygène ou du savon pour séparer l'encre du mélange. Les fibres récupérées sont

enfin mélangées à de l'eau pour former une nouvelle pâte à papier. Les journaux et les magazines sont généralement transformés en feuilles de papier. Les cartons sont pour leur part transformés en feuilles de carton. Quant aux briques alimentaires, elles sont utilisées comme papier toilette, serviettes en papier ou papier cadeau notamment.

disant la circulation de salariés à pied à proximité de véhicules en manœuvre. « C'est la première chose à faire pour réduire les risques de collisions », assure Jean-Charles Salembier, responsable régional de la prévention chez Veolia.

Concrètement, un plan de circulation des camions a été affiché à l'entrée du site. Un balisage au sol a également été réalisé pour les piétons qui transitent d'un bâtiment à un autre. À certains endroits, des garde-corps et des barrières ont aussi été installés. « Une amélioration significative serait de systématiser l'installation de barrières physiques pour protéger les piétons, indique Bruno Combasson, contrôleur de sécurité à la Carsat Rhône-Alpes. En outre, le marquage au sol pourrait être complété pour mieux délimiter les flux de circulation des engins. »

D'autres changements ont été opérés. Ainsi, le tri manuel au sol des déchets a été supprimé : il s'effectue désormais uniquement à l'aide de pelles mécaniques ou à grappins. La vitesse des engins est limitée à 12 km/h. Autre évolution notable : en cas de forte activité, une barrière de circulation est systématiquement installée pour faire patienter les camions et ainsi mieux gérer la circulation dans la zone de vidage. « Nous faisons en sorte de limiter au maximum la coactivité dans une même zone », explique Jean-Louis Mouniee. En outre, des écrans digitaux affichent désormais la pesée des camions, évitant ainsi aux conducteurs d'engins de descendre et donc de s'exposer.

Néanmoins, la séparation stricte entre engins et piétons n'est pas



© Fabrice Dimier pour l'INRS

Le système de détection de piétons qui équipe le chariot télescopique, aussi performant soit-il, ne doit pas empêcher les conducteurs de respecter les règles élémentaires de prévention.

toujours possible. Les conducteurs sont par exemple amenés à descendre de leur camion dans des zones où transitent des engins, pour ouvrir ou fermer une porte, débâcher ou bâcher un chargement...

### Une alarme sonore et lumineuse

Les réflexions se sont donc poursuivies du côté des systèmes de détection des piétons pour engins industriels. « Nous avons testé toutes les technologies présentes sur le marché, confie Jean-Charles Salembier. Notre objectif était d'identifier des outils d'aide à la conduite adaptés aux contraintes du site, mais aussi de mettre en évidence leurs limites sur le terrain. »

À l'issue de ces évaluations, un système a été retenu. En cas de

présence d'un piéton (même allongé, accroupi, de dos, derrière un bac...) dans une zone prédéterminée autour de l'engin, la caméra intelligente avertit le conducteur par une alarme sonore et lumineuse<sup>1</sup>.

Aujourd'hui, le système équipe un chariot télescopique utilisé pour pousser les déchets encombrants. Son réglage est le suivant : pour une distance inférieure à 1,5 m, l'alarme se déclenche pour tout type d'obstacle. Entre 1,5 m et 6 m, la caméra ne réagit qu'en présence d'un ou de plusieurs piétons. En cas d'alarme, le conducteur doit stopper son engin et vérifier si un piéton est présent. À ce jour, seules de fausses alertes ont été déclenchées, au nombre de deux par semaine en moyenne. Ali Selini, conducteur d'engins, est satisfait : « Lorsque l'on se retourne pour faire une marche arrière, on ne peut pas distinguer correctement tout ce qui se trouve au sol. Dans ce cas, la caméra se révèle très utile. »

« Nous rappelons sans cesse à nos salariés que ces appareils de détection ne sont pas fiables à 100% et qu'ils ne constituent qu'une aide, précise Luc Le Quintrec. Cela ne doit pas les empêcher de respecter les règles élémentaires de prévention. » Dans les semaines qui viennent, ces actions de prévention seront généralisées sur les principaux engins utilisés à Chassieu, et la démarche participative sera déployée dans d'autres centres de tri de la région. ■

1. Un algorithme analyse les images et les compare à une base de données réferençant les différentes postures possibles.

C. D.

## INTERVIEW

**JEAN-LOUIS MOUNIEE**, responsable d'exploitation du site.

« Chaque jour, des dizaines de conducteurs se rendent sur notre site pour charger et décharger leurs camions. Ces intervenants extérieurs constituent donc une cible prioritaire d'un point de vue de la prévention des collisions entre engins et piétons. Ainsi, tous nos clients doivent signer un protocole de

sécurité. Celui-ci précise par exemple les zones de circulation autorisées. Il impose également le port du gilet jaune, des chaussures de sécurité et du casque pour toute personne au sol. Quant aux intérimaires, ils sont formés aux règles de sécurité élémentaires et aux mêmes usages sur le site. »



© Fabrice Dimier pour l'INRS



