



Conseil économique et social

Distr. générale
20 octobre 2016
Français
Original : anglais

Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

Groupe de travail de la sécurité et de la circulation routières

Groupe d'experts du renforcement de la sécurité aux passages à niveau

Neuvième session

Genève, 12 décembre 2016

Point 2 a) de l'ordre du jour provisoire

**Programme de travail – Élaboration d'une stratégie
pour les interfaces route/rail assorties de recommandations**

Évaluation du niveau de sécurité des passages à niveau dans les pays membres de la CEE et quelques autres pays et cadre stratégique pour l'amélioration de la sécurité aux passages à niveau

Communication du groupe de rédaction du Groupe d'experts du renforcement de la sécurité aux passages à niveau

Résumé

Le présent document présente une évaluation de la sécurité aux passages à niveau dans les pays membres de la CEE et quelques autres, réalisée par le Groupe d'experts du renforcement de la sécurité aux passages à niveau (première partie). Il présente en outre un cadre stratégique élaboré par le Groupe pour améliorer la sécurité aux passages à niveau (deuxième partie).

La version finale de ce document a été établie par le groupe de rédaction du Groupe d'experts du renforcement de la sécurité aux passages à niveau. Il est soumis pour examen et approbation par le Groupe d'experts à sa neuvième session.



Pour des raisons d'ordre administratif concernant la longueur acceptée des documents à traduire, dans sa première partie, le présent document contient seulement des conclusions issues de l'évaluation des facteurs clefs responsables de l'insécurité aux passages à niveau dans les pays membres de la CEE et quelques autres, ainsi que des recommandations résultant de ces conclusions. L'évaluation des facteurs clefs (sections B à I de la première partie) figure dans l'annexe III du présent document, en anglais uniquement.

Première partie

Évaluation du niveau de sécurité, conclusions tirées de l'évaluation de facteurs clefs contribuant à l'insécurité aux passages à niveau dans les pays membres de la CEE et quelques autres et recommandations

A. Niveau de sécurité des passages à niveau

1. Le Groupe d'experts n'a trouvé aucune source qui contienne des données relatives aux passages à niveau et à leur niveau de sécurité pour tous les membres de la CEE. En l'absence d'une telle source, le Groupe d'experts a évalué le niveau de sécurité des passages à niveau en se basant sur :

- Les données disponibles pour 29 membres de la CEE (à savoir tous les membres de l'Union européenne excepté Malte, ainsi que la Norvège et la Suisse) figurant dans la base de données gérée par l'Agence de l'Union européenne pour les chemins de fer (ERA)¹. Ces pays sont mentionnés dans la présente section sous l'appellation «pays de l'ERA» ; et
- Les données disponibles concernant le Canada² et les États-Unis d'Amérique³, ainsi que celles fournies par la Fédération de Russie, l'Inde et la Turquie. Ces pays sont désignés sous le nom d'« autres pays » dans la présente section.

2. L'évaluation de la sécurité est présentée séparément pour les pays de l'ERA et pour les autres pays. Ceci est dû au fait qu'il existe une incertitude quant à l'uniformité des définitions et des méthodes. Par conséquent, les indicateurs de résultats pourraient ne pas être directement comparables entre pays de l'ERA et autres pays et entre les divers autres pays.

3. La base de données de l'ERA contient des données relatives aux passages à niveau et à la sécurité de ces passages pour la période 2006-2014. Toutes les données ne sont pas disponibles pour la période entière et pour tous les pays de l'ERA. Les données concernant le nombre de passages à niveau et leur type (notamment la classification en passages actifs et passages passifs) sont généralement disponibles pour la période 2010-2014. Seul le nombre total d'accidents importants⁴ et d'usagers tués ou blessés est disponible, alors que la classification par type de passage à niveau n'est disponible que pour certains pays et ce uniquement pour 2014. La ventilation par type d'usager de passage à niveau n'existe pas du tout. Les données normalisées, à savoir le nombre de kilomètres de voies⁵, train-kilomètres⁶ et kilomètres de ligne⁷, sont généralement disponibles.

¹ Consultable à l'adresse suivante : <https://erail.era.europa.eu/safety-indicators.aspx>.

² Données consultables à l'adresse suivante : <http://www.tsb.gc.ca/eng/stats/rail/2014/sser-ssro-2014.asp#figure-12a.com>.

³ Données consultables à l'adresse suivante : <http://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/default.aspx>.

⁴ Définition selon la Directive 2014/88/UE de la Commission : Tout accident impliquant au moins un véhicule ferroviaire en mouvement et provoquant la mort ou des blessures graves pour au moins une personne ou des dommages significatifs au matériel, aux voies, à d'autres installations ou à l'environnement, ou des interruptions importantes de la circulation, à l'exception des accidents dans les ateliers, les entrepôts et les dépôts.

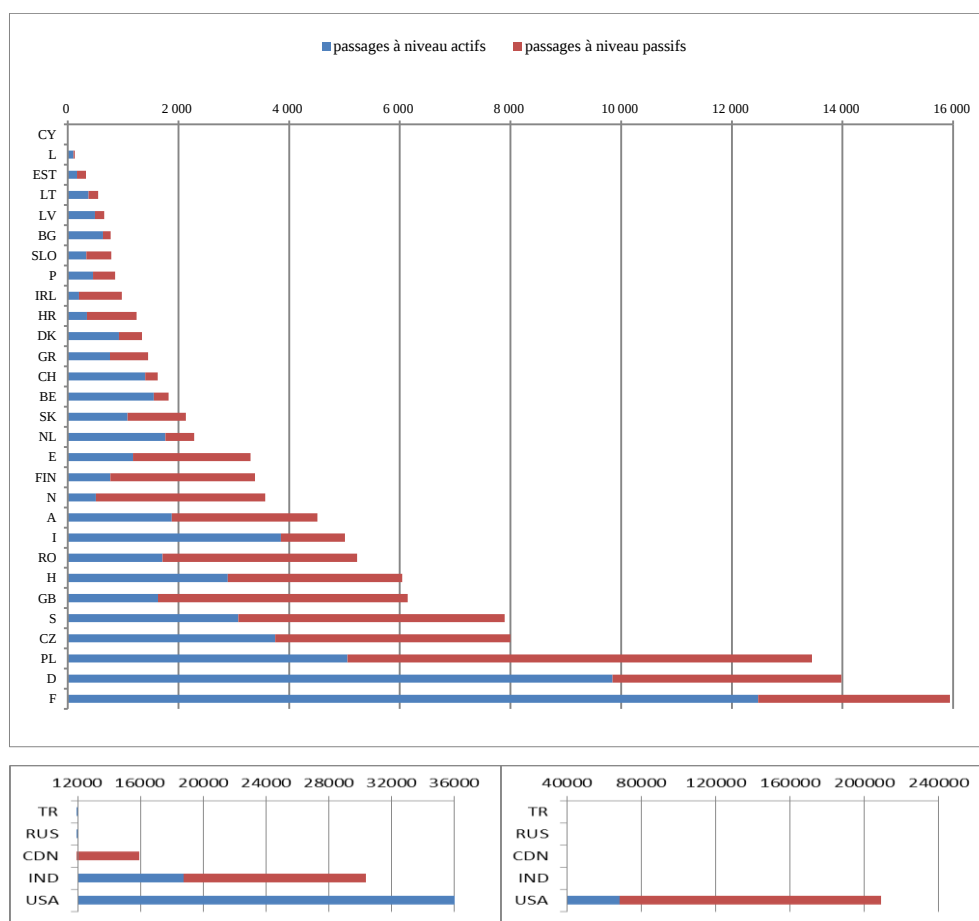
⁵ Définition selon la Directive 2014/88/UE de la Commission : Longueur en kilomètres du réseau ferroviaire. Chaque voie d'une ligne ferroviaire à plusieurs voies est prise en considération.

4. Pour les autres pays, des données sont disponibles sur le nombre de passages à niveau et leur répartition entre passages à niveau actifs et passifs. Les données concernant le nombre total d'accidents ou d'accidents mortels sont également disponibles pour le Canada et les États-Unis d'Amérique avec une ventilation par type de passage à niveau et par type d'utilisateur. Les données normalisées sont également disponibles.

5. Dans les pays de l'ERA, le nombre de passages à niveau varie entre zéro (aucun passage à niveau à Chypre) et presque 16 000 (France). Dans les autres pays, on dénombre entre 3 100 (Turquie) et presque 210 000 passages à niveau (États-Unis d'Amérique). Le nombre de passages à niveau dans les différents pays dépend habituellement de la taille du pays et de la densité des réseaux ferroviaire et routier (fig. 1).

Figure 1

Nombre de passages à niveau, pays de l'ERA et autres pays, 2014



Source : base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

⁶ Définition selon la Directive 2014/88/UE de la Commission : Unité de mesure correspondant au déplacement d'un train sur un kilomètre. La distance utilisée est la distance effectivement parcourue, si elle est disponible ; sinon, la distance standard du réseau entre le point de départ et le point de destination est utilisée. Seule la distance parcourue sur le territoire national du pays déclarant est prise en compte.

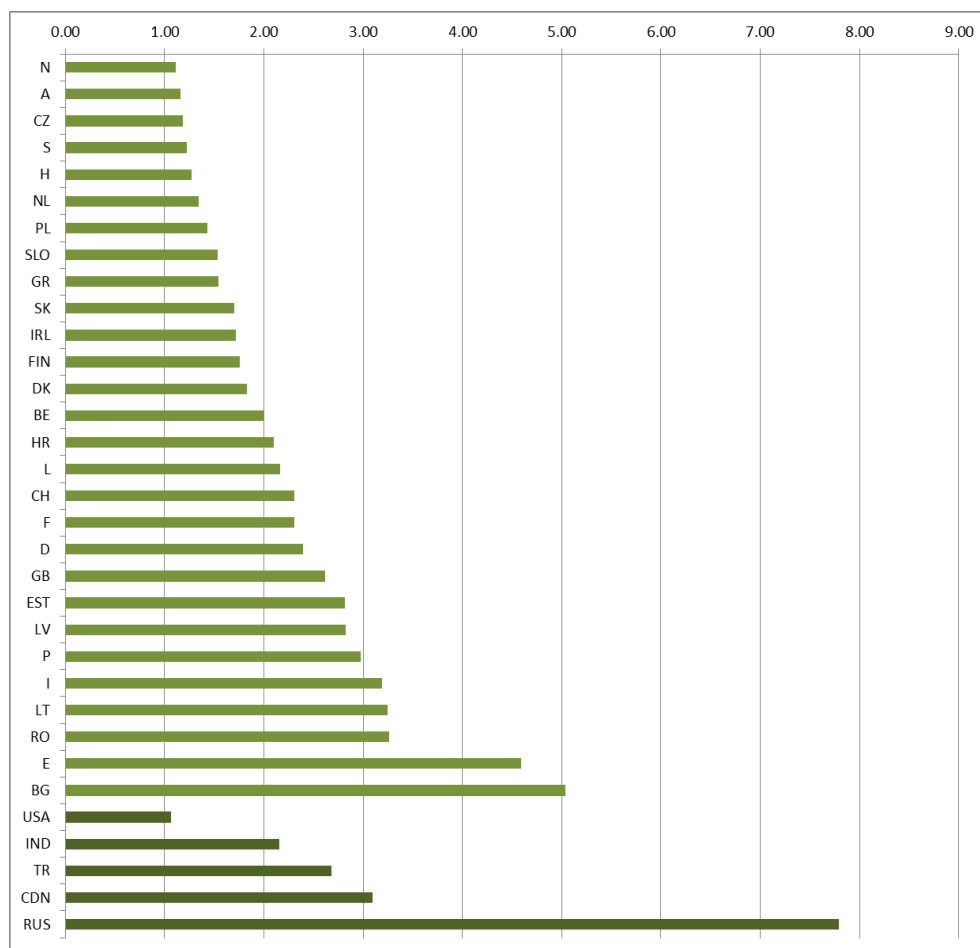
⁷ Définition selon la Directive 2014/88/UE de la Commission : Longueur en kilomètres du réseau ferroviaire. En ce qui concerne les lignes ferroviaires à plusieurs voies, seule la distance entre le point de départ et le point de destination est prise en considération.

Note : Codes de pays basés sur les Conventions de 1949 ou 1968 sur la circulation routière, comme suit : CY – Chypre, L – Luxembourg, EST – Estonie, LT – Lituanie, LV – Lettonie, BG – Bulgarie, SLO – Slovénie, P – Portugal, IRL – Irlande, HR – Croatie, DK – Danemark, GR – Grèce, CH – Suisse, BE – Belgique, SK – Slovaquie, NL – Pays-Bas, E – Espagne, FIN – Finlande, N – Norvège, A – Autriche, I – Italie, RO – Roumanie, H – Hongrie, GB- Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, S – Suède, CZ – République tchèque, PL – Pologne, D – Allemagne, F – France, TR – Turquie, RUS – Fédération de Russie, CDN – Canada, IND – Inde, USA – États-Unis d'Amérique.

6. La classification en passage à niveau actif (avec ses divers types) et passif varie selon les pays et dépend de nombreux facteurs qui ne font pas l'objet de cette évaluation. La distance moyenne entre deux passages à niveau varie entre un kilomètre (États-Unis d'Amérique, Norvège) et presque huit kilomètres de ligne ferroviaire (Fédération de Russie) (fig. 2).

Figure 2

Distance moyenne entre les passages à niveau, pays de l'ERA et autres pays, en kilomètres de ligne, 2014



Source : Base de données ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

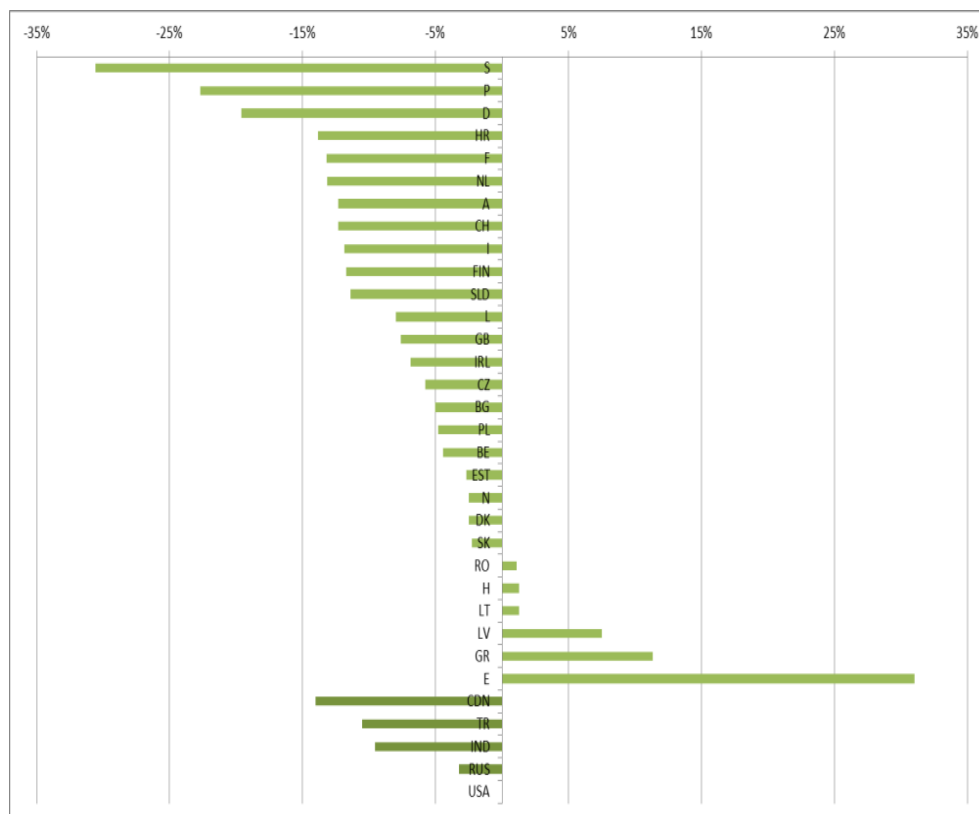
Note : Les lignes à grande vitesse (empruntant des voies réservées « sans passages à niveau ») sont incluses.

7. Ces dernières années, le nombre de passages à niveau a diminué dans la majorité des pays de l'ERA (fig. 3). Cette diminution s'échelonne de 30 % (Suède) à 2 % (Danemark, Slovaquie). Dans cinq pays de l'ERA, le nombre de passages à niveau a augmenté de 1 % (Hongrie et Lettonie) à 14 % (Grèce), voire jusqu'à plus de 20 % (Bulgarie et Espagne).

8. Dans les autres pays, le nombre de passages à niveau a diminué ou est demeuré inchangé (États-Unis d'Amérique).

Figure 3

Variation en pourcentage du nombre de passages à niveau, pays de l'ERA et autres pays, 2010-2014



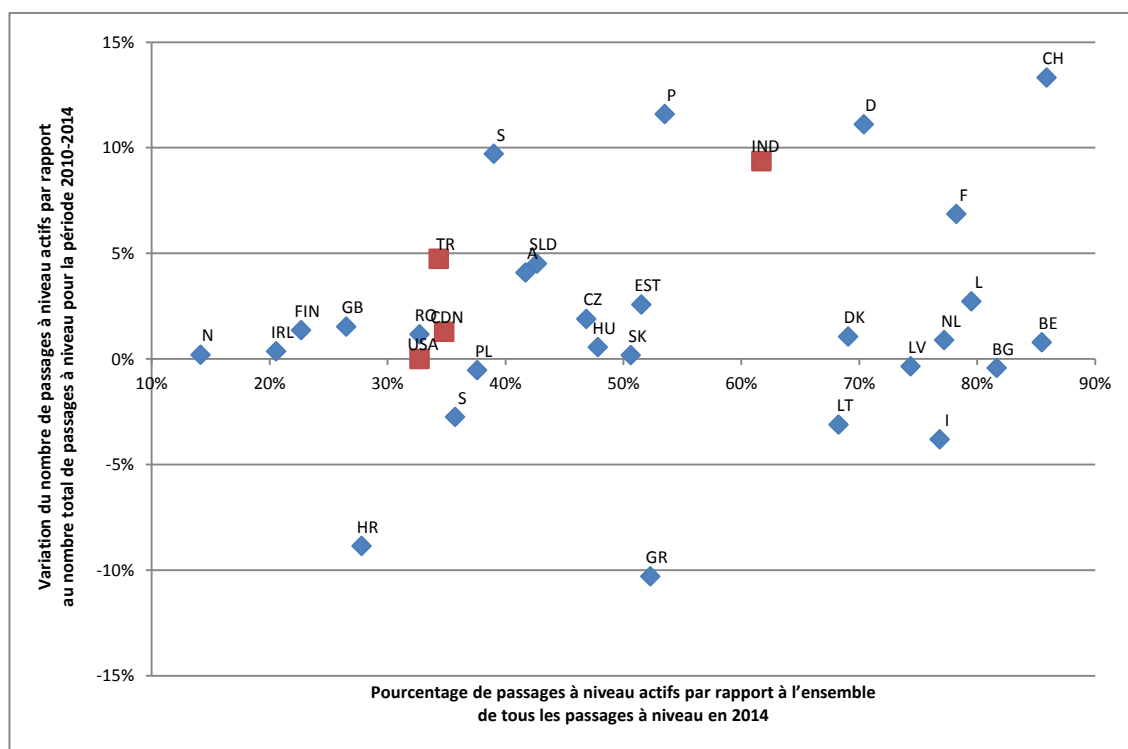
Source : Base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

Note : Belgique : 2007-2014 ; Bulgarie : 2010-2014 ; Croatie : 2010-2014 ; Estonie : 2007-2014 ; Luxembourg : 2009-2014 ; Norvège : 2010-2014 ; Roumanie : 2007-2014 ; Espagne : 2008-2014 ; Suisse : 2009-2014.

9. La proportion relative des passages à niveau actifs par rapport à l'ensemble des passages à niveau a augmenté entre 2010 et 2014 dans la majorité des pays de l'ERA et de tous les autres pays, à l'exception des États-Unis d'Amérique où elle est demeurée inchangée (fig. 4). Cette augmentation a été obtenue en transformant des passages à niveau passifs en passages à niveau actifs et en supprimant des passages à niveau passifs. Les proportions ont augmenté de moins de 1 % (Belgique, Hongrie, Irlande, Pays-Bas, Norvège et Slovaquie) jusqu'à 13 % (Suisse). Elles ont diminué dans plusieurs pays de l'ERA, notamment en Croatie et en Grèce (9-10 %).

Figure 4

Variation dans la part relative des passages à niveau actifs par rapport à l'ensemble des passages à niveau, pays de l'ERA et autres pays, 2010-2014

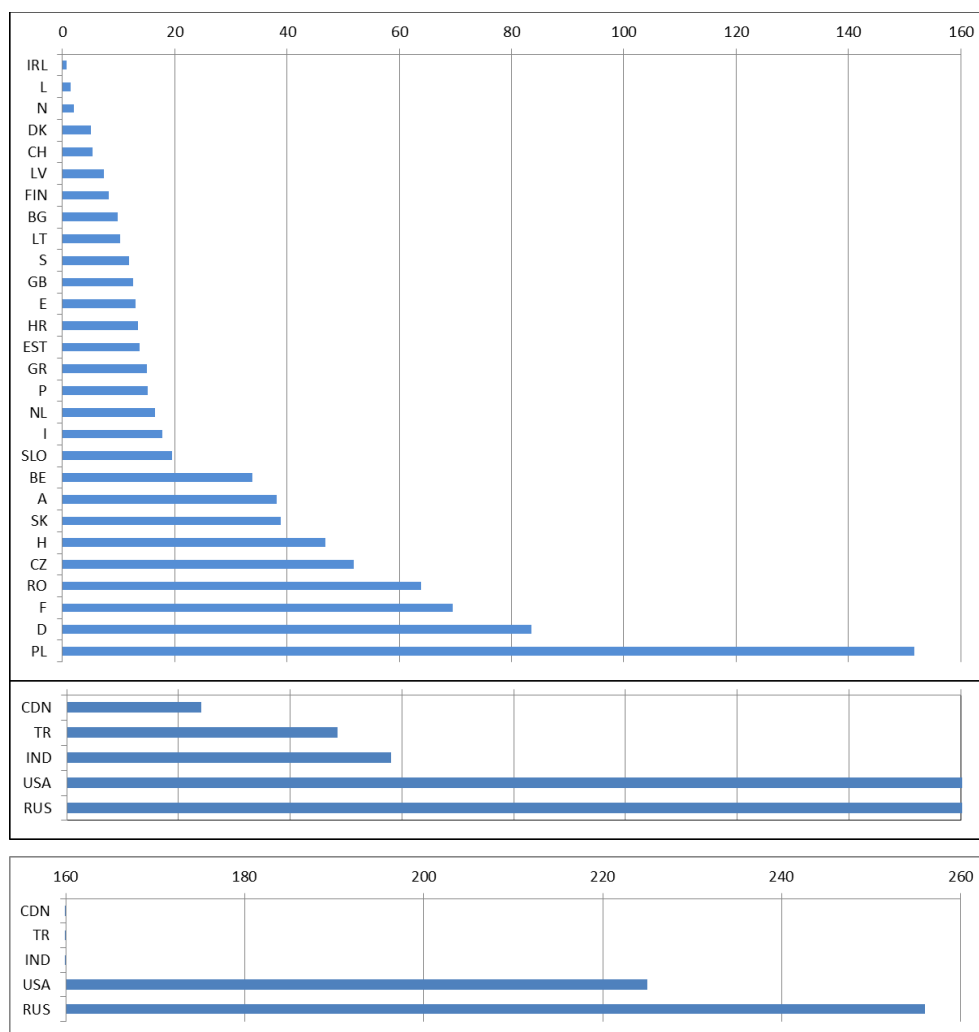


Source : Base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

Note : Les calculs pour le Danemark couvrent la période 2013-2014 et ceux pour la Slovaquie la période 2011-2014.

10. Le nombre annuel moyen d'accidents importants se produisant à des passages à niveau varie de façon considérable. Dans les pays de l'ERA, durant la période 2006-2014, il variait entre 1 accident important par an en moyenne en Irlande et 152 en Pologne (fig. 5). Pour les autres pays, le nombre d'accidents de passages à niveau occasionnant des décès et/ou d'autres conséquences graves varie entre 24 accidents par an en moyenne au Canada et plus de 250 accidents dans la Fédération de Russie.

Figure 5
**Nombre d'accidents importants, pays de l'ERA et autres pays,
 moyenne annuelle 2006-2014**



Source : Base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

Note : Croatie : 2010-2014 ; Estonie : 2007-2014 ; Luxembourg : 2009-2014 ; Suisse : 2009-2014 ; Canada, États-Unis d'Amérique, Inde et Turquie : 2009-2014 ; Fédération de Russie : 2010-2014.

Définition d'un accident important conformément à la Directive 2014/88/UE de la Commission : tout accident impliquant au moins un véhicule ferroviaire en mouvement et provoquant la mort ou des blessures graves pour au moins une personne ou des dommages significatifs au matériel, aux voies, à d'autres installations ou à l'environnement, ou des interruptions importantes de la circulation, à l'exception des accidents dans les ateliers, les entrepôts et les dépôts.

11. Le nombre d'accidents importants a connu une tendance à la baisse dans la majorité des pays de l'ERA, ainsi que dans les autres pays, excepté le Canada et la Fédération de Russie (fig. 6). La pente de la courbe de tendance est fortement négative dans plusieurs cas, notamment les pays de l'ERA ayant un nombre élevé d'accidents importants (France, Allemagne et Pologne). En même temps, la valeur du coefficient de corrélation est élevée et confirme par conséquent la tendance pour la majorité des pays de l'ERA (fig. 7). Les quelques pays de l'ERA dont les tendances sont soit neutres ou négatives, et insignifiantes

en même temps, sont ceux ayant un niveau de sécurité des passages à niveau assez satisfaisant en termes absolus (Danemark, Irlande, Pays-Bas, Royaume-Uni et Suède). Deux pays de l'ERA, (Bulgarie et Norvège), montrent des tendances neutres ou positives (indiquant une tendance à la hausse du nombre d'accidents importants), mais ils ont un bon niveau de sécurité des passages à niveau en termes absolus. Concernant les autres pays, la pente de la courbe de tendance est fortement négative en Turquie uniquement.

Figure 6
Coefficient de la tendance linéaire du nombre d'accidents importants, pays de l'ERA et autres pays, 2006-2014

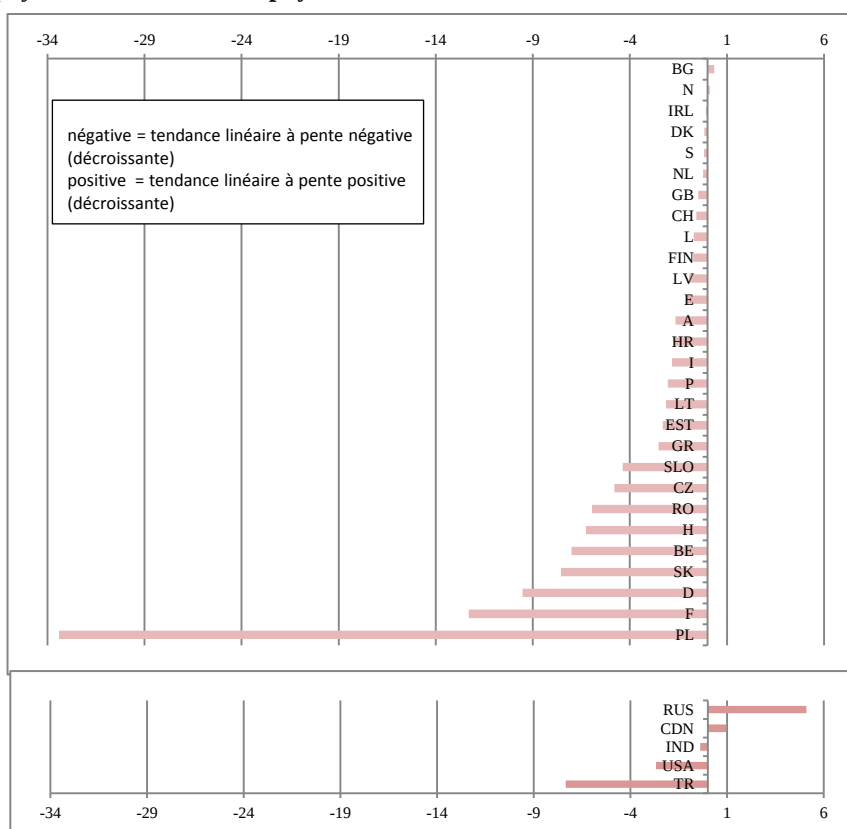
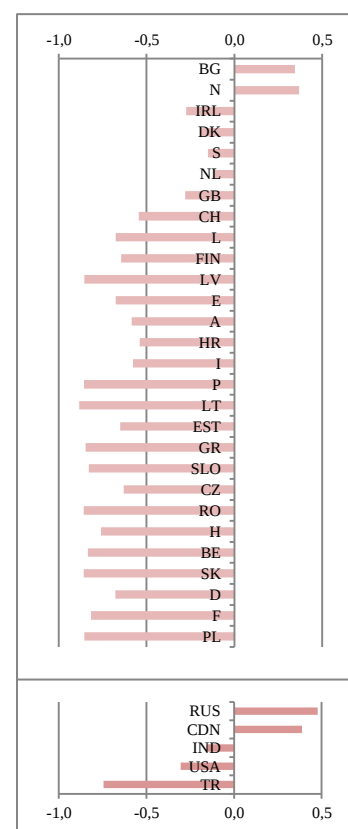


Figure 7
Coefficient de corrélation de la tendance linéaire



Source : Base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

Note : Croatie : 2010-2014 ; Estonie : 2007-2014 ; Luxembourg : 2009-2014 ; Suisse : 2009-2014 ; États-Unis d'Amérique, Inde et Turquie : 2009-2014 ; Fédération de Russie : 2010-2014.

Un coefficient de corrélation, quand il est de « -1 », signifie une corrélation parfaite avec une pente négative (décroissante). Le même coefficient, quand il est de « 0 », indique une absence de corrélation et, quand il est de « +1 », une corrélation parfaite avec une pente positive (croissante).

12. L'évaluation du niveau de sécurité des passages à niveau en termes relatifs donne des résultats différents. Les pays de l'ERA et les autres pays ayant un nombre absolu d'accidents élevé (Allemagne, États-Unis, France et Pologne), ainsi qu'un nombre élevé de passages à niveau, obtiennent d'assez bons résultats en ce qui concerne le taux d'accidents par nombre de passages à niveau par rapport à des pays de l'ERA ou d'autres pays ayant moins d'accidents et moins de passages à niveau (par exemple, Bulgarie et Estonie) (fig. 8). De la même manière, les pays de l'ERA et les autres pays ayant un nombre absolu d'accidents élevé et un nombre important de trains-kilomètres parcourus annuellement (par exemple, Allemagne, Fédération de Russie et Inde) obtiennent de meilleurs résultats

concernant la distance moyenne que doivent parcourir les trains pour qu'un accident se produise que les pays de l'ERA ou les autres pays ayant moins d'accidents mais un chiffre relativement bas de trains-kilomètres parcourus (Grèce) (fig. 9).

Figure 8
Nombre d'accidents importants par millier de passages à niveau, pays de l'ERA et autres pays, 2014

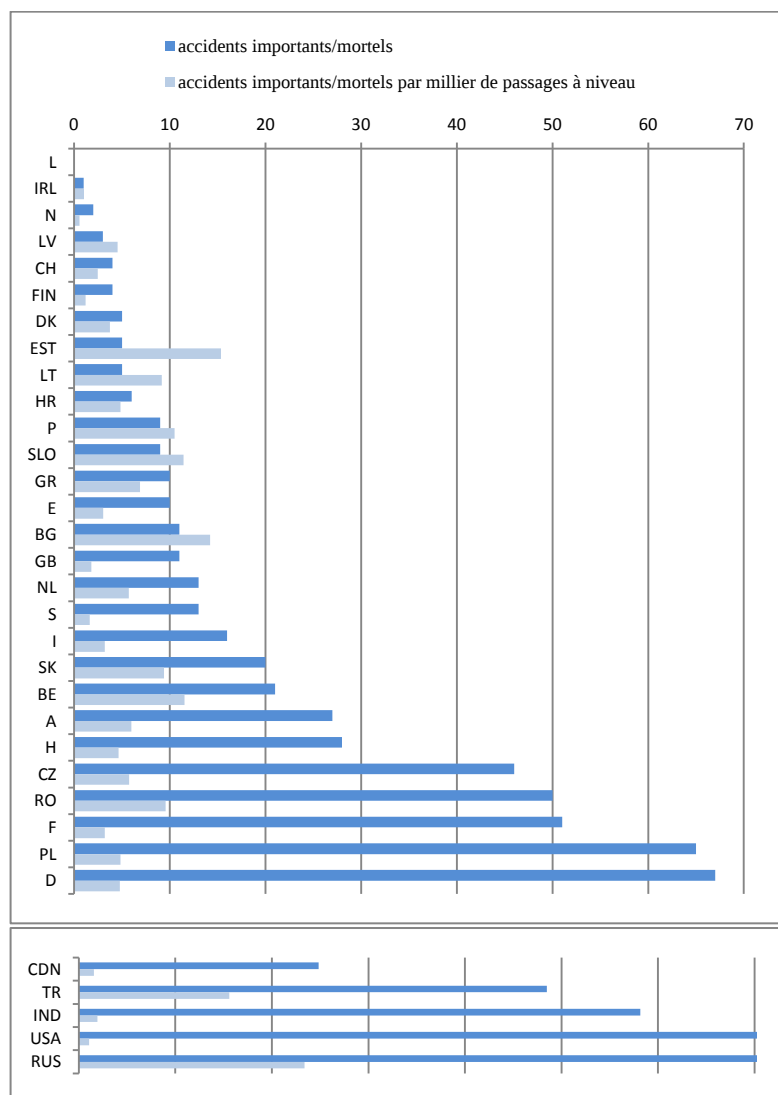
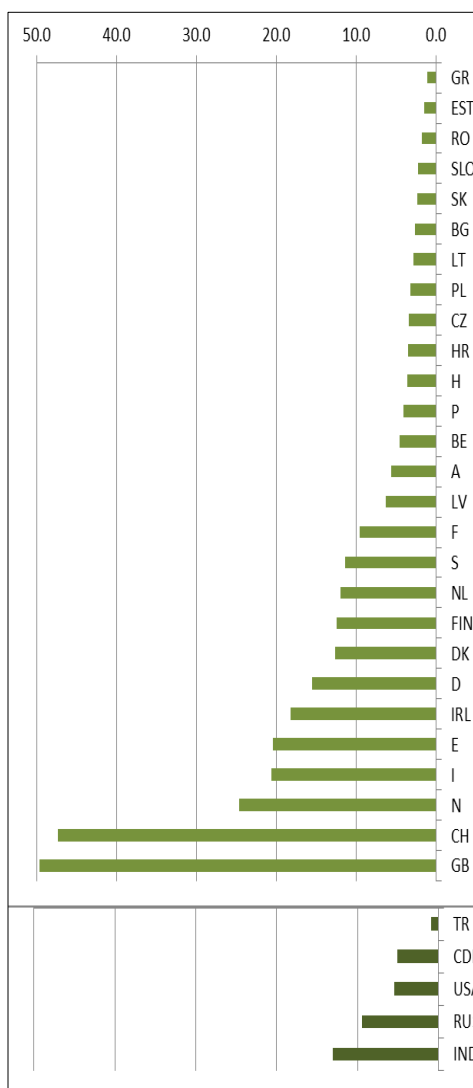


Figure 9
Million de trains-kilomètres parcourus par accident, pays de l'ERA et autres pays, 2014

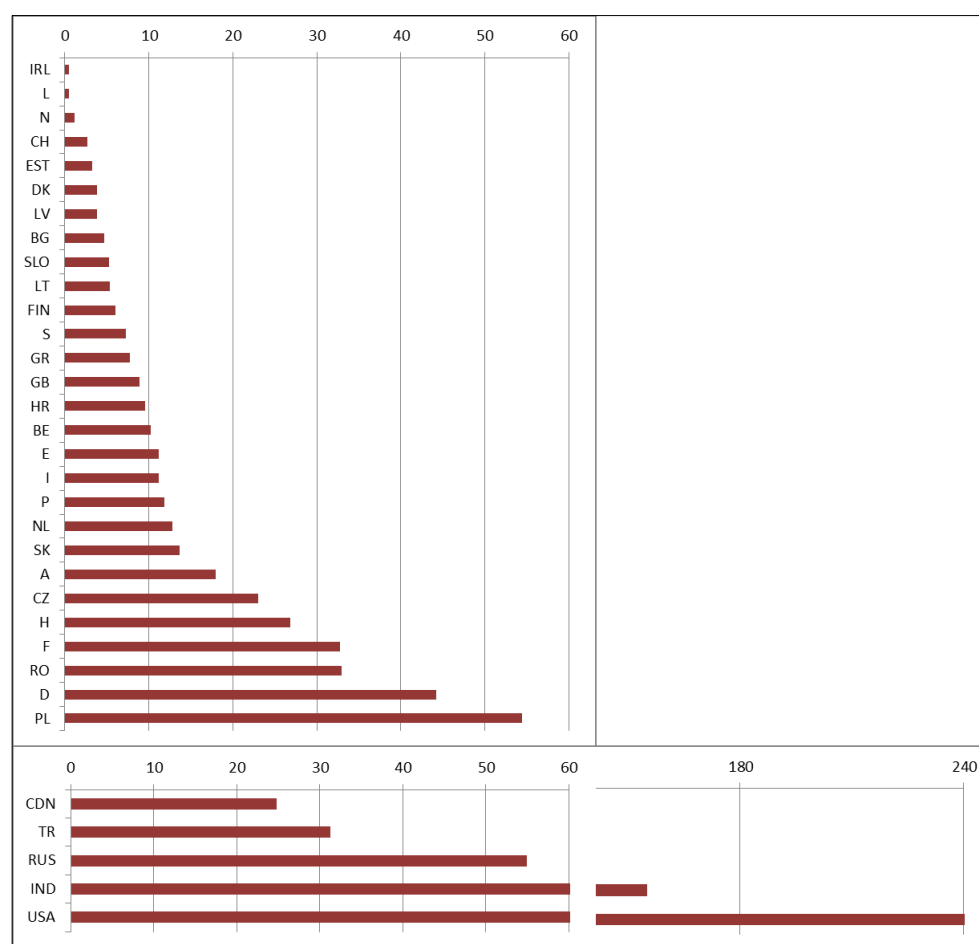


Source : Base de données de l'ERA, bases de données du Canada et des États-Unis, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

13. Le nombre annuel moyen d'utilisateurs tués à des passages à niveau a été très variable dans les pays de l'ERA au cours de la période 2006-2014. La moyenne se situe entre moins d'une personne tuée par an (Irlande) et 54 morts par an (Pologne) (fig. 10). Pour les autres pays, le nombre annuel moyen de personnes tuées peut aller jusqu'à 155 en Inde et 240 aux États-Unis d'Amérique.

Figure 10

Nombre de personnes tuées aux passages à niveau dans des accidents importants, pays de l'ERA et autres pays, moyenne annuelle de la période 2006-2014



Source : Base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

Note : Croatie : 2010-2014 ; République tchèque : 2006-2013 ; Estonie : 2007-2014 ; Luxembourg : 2009-2014 ; Suisse : 2009-2014 ; États-Unis d'Amérique, Inde et Turquie : 2009-2014 ; Fédération de Russie : 2010-2014.

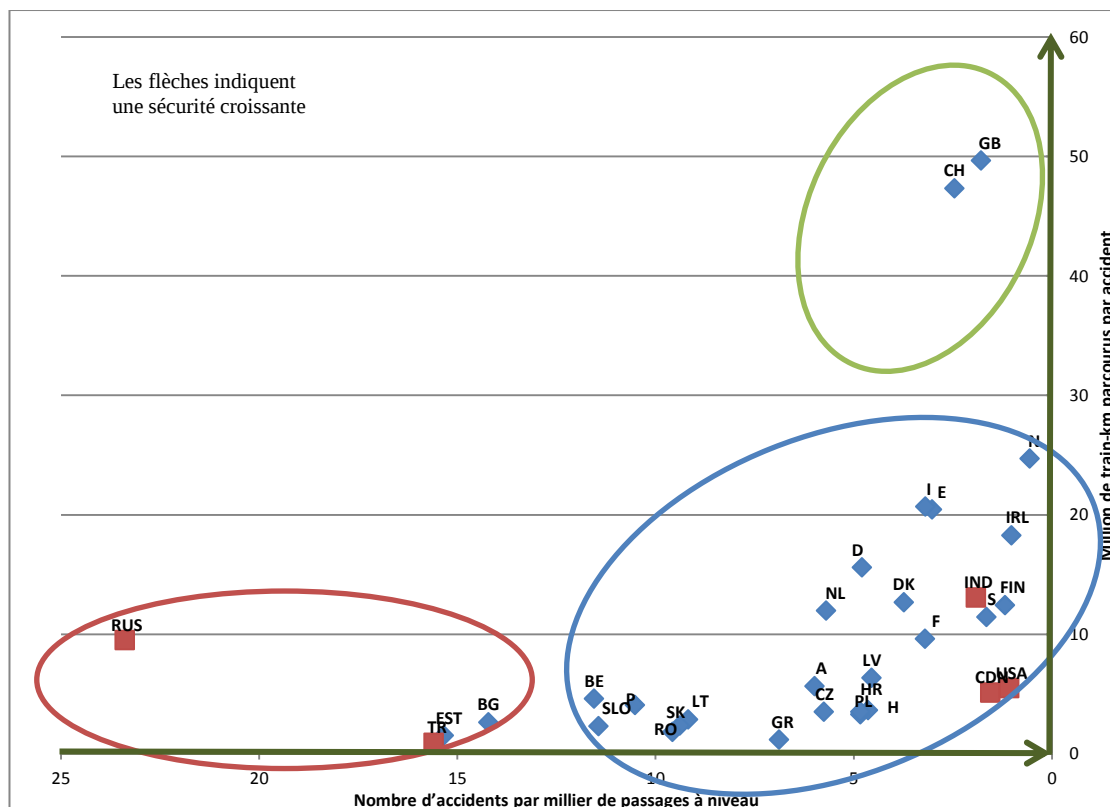
14. Les pays de l'ERA ayant une moyenne annuelle d'accidents importants plus élevée ont généralement un nombre annuel moyen de personnes tuées plus élevé. Pour chaque pays de l'ERA, le nombre d'accidents importants est plus élevé que le nombre de personnes tuées, ce qui démontre que les victimes multiples pour un même accident ne sont pas fréquentes. Dans le même temps, il existe des pays de l'ERA (Danemark, Espagne, Pays-Bas et Portugal) où une large majorité d'accidents importants ont entraîné un décès. Quant aux autres pays, il est à noter qu'en Inde, le nombre de tués est élevé comparé au nombre d'accidents mortels. Ceci montre que les victimes multiples sont fréquentes lors d'accidents mortels dans ce pays.

15. Le niveau de sécurité des passages à niveau peut être évalué, compte tenu des données disponibles, en combinant les données sur le nombre d'accidents (accidents importants dans les pays de l'ERA et accidents mortels ou accidents ayant des conséquences sérieuses dans les autres pays) et les données de normalisation pour le

nombre de passages à niveau et de trains-kilomètres parcourus. Moins il y a d'accidents par passage à niveau, meilleur est le niveau de sécurité. De la même manière, plus il y a de trains-kilomètres parcourus entre les accidents, plus le niveau de sécurité est satisfaisant. Toutefois, là où le niveau de sécurité est le meilleur, c'est lorsqu'il y a un nombre relativement faible d'accidents par passage à niveau associé à un nombre très élevé de trains-kilomètres parcourus par accident. Deux pays (Royaume-Uni et Suisse) obtiennent les meilleurs résultats dans une telle hypothèse (fig. 11).

Figure 11

Évaluation du niveau de sécurité des passages à niveau, taux d'accidents importants rapporté au nombre de passages à niveau contre millions de trains-kilomètres parcourus par accident, pays de l'ERA et autres pays, 2014



Source : Base de données de l'ERA, bases de données canadiennes et américaines, données communiquées à la CEE, calculs du secrétariat de la CEE.

B. Données relatives à la sécurité aux passages à niveau

16. S'il est vrai que les pays ayant répondu à l'enquête ont donné des renseignements sur la manière dont ils recueillent, traitent et publient un vaste éventail de données, le Groupe d'experts a toutefois noté, comme indiqué au paragraphe 1, que ces données n'étaient pas disponibles dans une base de données commune à tous les pays de la CEE et que leur accès n'était ni public ni aisé (par exemple, sur Internet). Par conséquent, il semble qu'un écart existe entre la disponibilité annoncée des données et leur disponibilité réelle aux fins de comparaisons internationales.

17. De surcroît, les pays membres de la CEE n'utilisent pas les mêmes données et définitions de termes, exception faite des pays membres de l'Union européenne et des pays

qui y sont associés. C'est pourquoi les données, même si elles étaient mises à disposition sur Internet, ne pourraient être directement utilisées pour effectuer des comparaisons internationales ou pour tester ou calibrer des modèles de gestion des risques.

Recommandations

18. Le Groupe d'experts est convenu que cette difficulté devrait être résolue dans un avenir proche. À cette fin, le Groupe d'experts recommande une série d'indicateurs du niveau de sécurité des passages à niveau (tableau 1) que les pays de la CEE devraient être invités à recueillir et à publier annuellement sur les sites Web officiels. Ces indicateurs devraient être produits conformément à des définitions communes, basées sur la méthodologie Eurostat/OCDE/CEE (annexe I), et être communiqués à la CEE. Celle-ci devrait tenir une base de données commune sur les passages à niveau pour tous les membres de la CEE. D'autres pays devraient aussi être encouragés à communiquer des données à la CEE en recourant aux définitions convenues. Ils devraient également publier les données sur les sites Web officiels des autorités compétentes.

19. Le Groupe d'experts invite le Groupe de travail des statistiques des transports de la CEE (WP.6) à gérer la base de données commune sur les passages à niveau et à encourager les pays de la CEE qui pourraient ne pas le faire à recueillir et à publier l'ensemble proposé d'indicateurs sur les passages à niveau. Il recommande que la collecte et la publication de données par les pays de la CEE soient régulièrement évaluées et invite le WP.6 à entreprendre ces évaluations, dont la première pourrait avoir lieu en 2018.

Tableau 1

Indicateurs de l'évaluation du niveau de sécurité des passages à niveau

<i>Point</i>	<i>Indicateur principal</i>		<i>Sous-indicateur</i>	
Caractéristiques du réseau ferroviaire	1	Million de train-km		
	2	Milliers de kilomètres de ligne		
Caractéristiques des passages à niveau	3	Nombre total de passages à niveau	3.1	Millier de passages à niveau
	4	Passages à niveau passifs		
	5	Passages à niveau actifs	5.1	Manuels
			5.2	Automatiques avec avertissement côté usagers
			5.3	Automatiques avec protection côté usagers
			5.4	Passages à niveau avec protection côté rails

<i>Point</i>	<i>Indicateur principal</i>		<i>Sous-indicateur</i>	
Type d'accident	6	Nombre total d'accidents mortels	6.1	Par millier de passages à niveau : indicateur 6 par indicateur 3.1
			6.2	Par million de train-km : indicateur 6 par indicateur 1
			6.3	Par millier de kilomètres de ligne : indicateur 6 par indicateur 2
			6.4	Aux passages à niveau passifs
			6.5	Aux passages à niveau actifs
			6.6	Aux passages à niveau actifs – manuels
			6.7	Aux passages à niveau actifs – avec avertissement côté usagers
			6.8	Aux passages à niveau actifs – avec protection côté usagers
			6.9	Aux passages à niveau actifs – avec protection côté rails
	7	Nombre total d'accidents importants	7.1	Par millier de passages à niveau : indicateur 7 par indicateur 3.1
			7.2	Par million de train-km : indicateur 7 par indicateur 1
			7.3	Par millier de kilomètres de ligne : indicateur 7 par indicateur 2
			7.4	Aux passages à niveau passifs
			7.5	Aux passages à niveau actifs
			7.6	Aux passages à niveau actifs – manuels
			7.7	Aux passages à niveau actifs – avec avertissement côté usagers

<i>Point</i>	<i>Indicateur principal</i>	<i>Sous-indicateur</i>
	8	Nombre total de tous les accidents ferroviaires
Personnes tuées	9	Nombre total de personnes tuées

<i>Point</i>		<i>Indicateur principal</i>	<i>Sous-indicateur</i>
			9.6 Dont utilisateurs de véhicules à moteur
			9.7 Dont autres usagers des passages à niveau
			9.8 Dont voyageurs par chemin de fer
			9.9 Dont employés des Chemins de fer
			9.10 Dont autres personnes (à l'exclusion des intrus)
Personnes blessées	10	Nombre total de personnes grièvement blessées	10.1 Par millier de passages à niveau : indicateur 10 par indicateur 3.1
			10.1 Par millier de passages à niveau : indicateur 10 par indicateur 3.1
			10.2 Par million de train-km : indicateur 10 par indicateur 1
			10.3 Par millier de kilomètres de ligne : indicateur 10 par indicateur 2
			10.4 Dont piétons
			10.5 Dont cyclistes
			10.6 Dont utilisateurs de véhicules à moteur
			10.7 Dont autres usagers des passages à niveau
			10.8 Dont voyageurs par chemin de fer
			10.9 Dont employés des chemins de fer
			10.10 Dont autres personnes (à l'exception des intrus)

Note : Les définitions des termes et leur source figurent dans l'annexe I.

C. Évaluation des coûts des accidents aux passages à niveau

20. Le Groupe d'experts a relevé que peu de pays de la CEE procédaient à une évaluation des coûts des accidents aux passages à niveau et que dans ceux qui le faisaient, cette évaluation ne portait que sur un nombre restreint de domaines. De plus, seuls quelques pays membres de la CEE consolidaient les données relatives aux coûts au niveau national.

21. Dans le même temps, le Groupe d'experts a estimé que le manque d'informations concernant les coûts des accidents limitait la possibilité de porter un véritable jugement sur les dépenses d'investissement publiques ou privées consacrées à la sécurité aux passages à niveau. Cela est dû notamment au fait qu'en raison de l'absence totale ou du manque d'informations, l'attention des décideurs ne se porte pas sur cette question. Tout cela réduit les possibilités de prendre des décisions fondées sur les risques pour améliorer la sécurité aux passages à niveau.

Recommandations

22. Tous les pays de la CEE devraient procéder à une quantification systématique des coûts des accidents aux passages à niveau. Le Groupe d'experts a décidé de proposer une taxonomie ou une classification des coûts imputables aux accidents afin d'évaluer les coûts des accidents aux passages à niveau (voir le tableau 2 dans l'annexe II), que les membres de la CEE sont invités à appliquer pour chaque accident survenu à un passage à niveau. Les membres de la CEE devraient également chercher à déterminer le coût annuel des accidents au niveau national.

23. Bien que la méthode permettant d'obtenir une ventilation plus précise des coûts imputables aux accidents aux passages à niveau (méthode du National Corporate Highway Research Programme (NCHRP)) présente des avantages, le Groupe d'experts recommande que l'on s'attache aux coûts les plus importants (méthode des indicateurs de sécurité communs (ISC)). Ces coûts relèvent de la catégorie « effet primaire » et découlent essentiellement des dommages aux personnes, des dégâts matériels et des incidences opérationnelles. Il est essentiel que dans tous les cas, les coûts supportés par le réseau routier et par le réseau ferré soient pris en compte.

Tableau 2

Taxonomie des coûts imputables aux accidents aux passages à niveau

<i>Effet</i>	<i>Incidences</i>	<i>Élément de coût (d'après le Transportation Research Board TRB/NCHRP)</i>	<i>Élément de coût (d'après les ISC)</i>
Primaire	Directes	Dégâts matériels	Coût des dégâts matériels pour le matériel roulant ou l'infrastructure
		Autres coûts directs	Coût des dommages à l'environnement
	Indirectes	Perte de productivité professionnelle	
		Perte fiscale	

<i>Effet</i>	<i>Incidences</i>	<i>Élément de coût (d'après le Transportation Research Board TRB/NCHRP)</i>	<i>Élément de coût (d'après les ISC)</i>
	Immatérielles	Qualité de vie	Conséquences économiques des blessures
		Douleurs et souffrances	
Secondaire	Rupture d'une chaîne d'approvisionnement	Réacheminement et émissions accrues	
		Retards des marchandises et des passagers et fiabilité	Coût des retards
		Accroissement et altération des stocks	
		Prévention	
		Perte de vente	

Source : Groupe d'experts, sur la base du rapport N. 755 du TRB/NCHRP et des directives de mise en œuvre des indicateurs de sécurité communs de l'ERA.

24. Lorsqu'il est difficile pour un pays de collecter régulièrement des données sur les coûts des accidents, le Groupe d'experts recommande de définir, à partir d'un échantillon de rapports d'accident, une valeur pour chaque type d'accident au passage à niveau afin d'obtenir une estimation approximative des coûts annuels des accidents aux passages à niveau.

25. Les coûts approximatifs peuvent aussi être calculés à l'aide de méthodes comme la méthode HEATCO (Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) (voir résultat escompté n° 5, proposition de directives harmonisées : <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>). Une liste de valeurs figure également dans les directives de mise en œuvre des indicateurs de sécurité communs de l'ERA, qui peuvent être consultées à l'adresse suivante : http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/ERA%20Guidance_for_Use_of_CSIs_ERA-GUI-02-2015.pdf.

D. Législation en vigueur pour assurer la sécurité aux passages à niveau

26. Le Groupe d'experts a constaté que les pays semblaient avoir mis en place un cadre législatif pour la conception, le fonctionnement et la gestion des passages à niveau. Il estime pourtant que les solutions législatives choisies ne sont pas toujours les plus efficaces. Par exemple, la conciliation des intérêts divergents des usagers de la route et du chemin de fer aux passages à niveau n'est pas toujours bien assurée si la loi confie à une seule partie – le rail ou la route – la responsabilité de garantir la sécurité aux passages à niveau.

27. Le Groupe a noté que seuls quelques pays s'étaient dotés de dispositions législatives permettant de réclamer le remboursement des coûts imputables à des accidents aux passages à niveau.

28. Le Groupe a également conclu que la protection des différents types de passages à niveau devrait être régie par des règles, normes et procédures opérationnelles nationales, en fonction de la situation sur place, plutôt que par un cadre juridique international.

29. En ce qui concerne la signalisation, le Groupe d'experts a estimé que le symbole utilisé pour désigner les barrières sur le signal A, 25 n'était pas reconnu comme indiquant l'approche d'une barrière et que le symbole utilisé pour signaler l'absence de barrière sur le signal A, 26, qui représente une locomotive de l'ancien temps, pouvait lui aussi ne pas être bien compris. Le Groupe a toutefois noté que la Convention de 1968 sur la signalisation routière (art. 8, par. 1) permettait que des modifications soient apportées aux symboles prévus (si nécessaire) pour autant que celles-ci n'en altèrent pas les « caractéristiques essentielles ». À cet égard, la Convention confère un certain degré de flexibilité sans que l'on ait besoin de modifier ses dispositions.

30. Le Groupe a également conclu que certaines dispositions importantes qui permettraient de régir le comportement des usagers faisaient défaut dans les conventions internationales. Il a estimé que l'on avait besoin d'un symbole international entraînant l'obligation pour les conducteurs routiers de forcer les barrières s'ils se trouvaient piégés à un passage à niveau. Des règles internationales prescrivant l'utilisation des passages à niveau par les usagers de la route vulnérables comme les cyclistes et les piétons sont nécessaires. Il convient également de disposer de directives pour la modération du trafic routier ainsi que de systèmes de signalisation du trafic routier aux passages à niveau passifs ouverts au trafic routier. De telles mesures devraient ralentir le trafic routier, focaliser l'attention des chauffeurs sur le risque que représente la voie ferrée qu'ils s'apprêtent à traverser et les inciter à s'arrêter et à regarder à droite et à gauche avant de s'engager.

Recommandations

31. Le Groupe d'experts estime que les pays devraient tirer des enseignements de leurs expériences respectives et examiner les solutions mises en œuvre ailleurs. À cette fin, le Groupe d'experts recommande que les pays envisagent de confier aux acteurs du secteur routier et du secteur ferroviaire, ainsi qu'à d'autres parties concernées, la responsabilité de gérer la sécurité aux passages à niveau et s'efforcent de développer une collaboration et une coordination de haut niveau entre ces acteurs, si cela n'est pas déjà le cas. Les pays n'ayant pas adopté de loi prévoyant la possibilité de demander le remboursement des coûts occasionnés par les accidents devraient examiner les solutions adoptées par les pays ayant mis en place une telle législation.

32. Le Groupe d'experts recommande également que des règles, normes et procédures opérationnelles nationales régissent la protection des différents types de passages à niveau. Il recommande que le choix du niveau de protection dépende de l'analyse des risques et des ressources disponibles et qu'il soit du ressort des gestionnaires d'infrastructure.

33. En ce qui concerne le cadre juridique international relatif aux passages à niveau, le Groupe d'experts recommande qu'un examen attentif de la Convention internationale soit mené, afin de savoir si les dispositions relatives au marquage horizontal et à la signalisation sont suffisantes, complètes et efficaces ou si elles doivent être améliorées. Le Groupe d'experts recommande qu'au minimum, un signal soit ajouté dans la Convention de 1968 sur la signalisation routière qui enjoigne à un véhicule piégé entre les barrières de briser l'une d'elles pour se dégager.

E. Utilisation de techniques de gestion, notamment de la gestion des risques, pour prévenir l'insécurité aux passages à niveau

34. Le Groupe d'experts s'est félicité de l'application de la gestion des risques aux passages à niveau dans plusieurs pays. Il a estimé que c'est grâce à une évaluation systématique des risques et à l'amélioration de la sécurité par l'élimination des principaux risques que l'on pouvait obtenir les meilleurs résultats. Dans le même temps, le Groupe d'experts a pris note des difficultés empêchant les autorités d'appliquer la gestion des risques aux passages à niveau, notamment l'absence de procédures de validation cohérentes et le manque de connaissances d'ensemble, par exemple s'agissant de la prise en compte des éléments relatifs au comportement des usagers dans les calculs d'évaluation des risques.

Recommandations

35. Le Groupe d'experts estime que les pays devraient se consulter davantage au sujet de l'application de la gestion des risques aux passages à niveau et que les données d'expérience et les bonnes pratiques devraient être mises en commun.

36. Le Groupe recommande que des procédures de validation des risques et des méthodes d'évaluation des risques cohérentes soient élaborées au niveau international pour faciliter leur future mise en œuvre au niveau national.

37. Le Groupe d'experts recommande également que la formation et les compétences du personnel participant à la gestion des risques aux passages à niveau soient normalisées au niveau international.

F. Application de la loi pour prévenir l'insécurité aux passages à niveau

38. Le Groupe d'experts a noté que certains pays s'étaient dotés d'une législation régissant le comportement des usagers de la route aux passages à niveau, notamment de règlements prescrivant le comportement devant être adopté par les conducteurs de véhicules à moteur. Dans de nombreux pays, les règlements contiennent également des prescriptions relatives aux obligations qui incombent aux piétons aux passages à niveau publics. La législation régissant les passages à niveau privés a été jugée incohérente et morcelée.

39. Le Groupe d'experts a souligné le fait que la plupart des pays s'appuyaient uniquement sur la police pour détecter les infractions aux passages à niveau. Les technologies qui facilitent l'application de la loi sont récentes et en plein essor, mais elles ne sont pas universellement répandues à l'heure actuelle. Même dans les pays qui ont accès à des technologies de détection, les gestionnaires de l'infrastructure continuent à dépendre principalement de la police pour la détection des infractions. Bien entendu, la police ne peut pas intervenir partout et les usagers savent donc qu'il est peu probable que les infractions aux passages à niveau soient relevées et sanctionnées. La technologie propose une solution à ce problème. Elle pourrait fournir un système de détection permanent et uniforme.

40. Dans le même temps, le Groupe d'experts a reconnu que peu d'analyses et d'évaluations avaient été effectuées concernant les effets des technologies de contrôle sur le comportement des usagers (sauf en France). De telles analyses sont nécessaires pour définir ce que l'on peut attendre de la mise en œuvre des mesures de réduction des risques (installation de caméras pour dissuader les usagers de commettre des infractions aux passages à niveau) et de quelle manière optimiser celles-ci. Elles éclaireront, sur le plan de la rentabilité comme sur celui de la sécurité, les décisions des pays membres qui souhaitent investir dans les technologies de détection par caméra, et permettront de savoir si l'on peut envisager une application plus large de ces technologies.

Recommandations

41. Le Groupe d'experts estime que les pays devraient apprendre les uns des autres et examiner les solutions mises en place ailleurs. À cet égard, il recommande aux pays dépourvus de réglementation d'optimiser les mesures qu'ils ont prises en s'inspirant des bonnes pratiques existantes, notamment en renforçant les pouvoirs répressifs des gestionnaires d'infrastructure.

42. En ce qui concerne le déploiement de technologies de détection des infractions, le Groupe d'experts estime qu'il convient de procéder à une évaluation plus poussée des effets de ces technologies sur le comportement des usagers et recommande aux pays de mener un projet conjoint sur la question. Un tel projet devrait comprendre une comparaison des données enregistrées avant et après l'installation des dispositifs de détection aux passages à niveau afin de quantifier la réduction éventuelle des infractions et des risques et de constater l'existence ou non d'un effet bénéfique sur le long terme.

43. Pour les pays souhaitant poursuivre la mise au point de technologies de détection des infractions, le Groupe d'experts recommande que les gestionnaires de l'infrastructure travaillent en étroite collaboration avec les ministères de l'intérieur (ou autres autorités compétentes) à l'élaboration d'un système de reconnaissance faciale relié aux bases de données des cartes d'identité. Une telle technologie permettrait d'identifier les piétons et les cyclistes qui enfreignent les règles de franchissement des passages à niveau. Les pays pourraient également mettre au point un système de reconnaissance des plaques numérotiques permettant d'identifier les véhicules routiers dont les conducteurs enfreignent les règles de franchissement des passages à niveau.

44. Le Groupe d'experts recommande en outre que des partenariats soient conclus à l'échelon national entre le gestionnaire de l'infrastructure du réseau ferré, les autorités de police et les compagnies d'assurance, dans le but d'offrir une formation à la prévention des infractions aux usagers qui en ont commis. Ces formations devraient être obligatoires et compléter les sanctions envisagées dans la législation nationale.

45. S'agissant des piétons et des cyclistes, le Groupe d'experts recommande que la législation nationale leur impose des sanctions comparables à celles des usagers de véhicules motorisés lorsqu'ils enfreignent les règles concernant les passages à niveau.

G. Éducation pour prévenir l'insécurité aux passages à niveau

46. Le Groupe d'experts a estimé qu'il était important de sensibiliser le grand public ainsi que des groupes d'usagers déterminés aux dangers des passages à niveaux. Dans le même temps, il estime que l'on obtient de meilleurs résultats en termes de sécurité lorsque les outils de formation ciblent des usagers précis. Le Groupe considère également qu'il faut approfondir les recherches afin de mieux comprendre les effets des mesures d'éducation sur la sécurité.

Recommandations

47. Le Groupe d'experts recommande que les gestionnaires du réseau routier et ferré ainsi que les autres autorités concernées œuvrent ensemble au niveau national pour élaborer des campagnes et des programmes éducatifs ciblés consacrés à la sécurité aux passages à niveau, y compris pour les enfants d'âge scolaire et pour des groupes d'usagers définis, comme le personnel des entreprises. À cet égard, les autorités nationales devraient mettre en place un large éventail de moyens en combinant les outils numériques, les visites sur place et l'apprentissage par les pairs. Elles devraient également travailler en étroite collaboration avec leurs homologues d'autres pays afin d'échanger des données

d'expérience, des connaissances et des enseignements tirés de la mise en œuvre de campagnes et de programmes d'éducation spécifiques sur la sécurité aux passages à niveau. La mise en place d'un forum international sur le partage des bonnes pratiques en matière éducative serait très utile.

48. Le Groupe d'experts recommande également l'introduction, dans le programme de formation au permis de conduire, de modules de formation spécifiques sur l'utilisation sans risque des passages à niveau et, à cette fin, la conclusion de partenariats avec les écoles de conduite.

49. Le Groupe d'experts recommande en outre la mise au point de méthodes de mesure de l'efficacité des outils, des campagnes et des programmes éducatifs. Les méthodes de mesure pourraient être examinées et éventuellement affinées au sein d'une instance internationale.

H. Analyse des facteurs humains de prévention de l'insécurité aux passages à niveau

50. Le Groupe d'experts a considéré que les membres de la CEE manquaient d'expérience et de bonnes pratiques s'agissant de la prise en compte de certains facteurs humains à l'origine de l'insécurité. Il a également noté qu'aucun des outils et solutions existants n'était fondé sur la recherche. Ceux-ci sont en général orientés sur la technologie et mis en œuvre selon une méthode empirique et ne prennent souvent pas suffisamment en compte les usagers de la route. De plus, l'efficacité de telles mesures n'est en général pas évaluée. Les experts estiment également qu'il est essentiel d'établir une distinction entre les différents groupes d'usagers (usagers de véhicules motorisés, cyclistes, piétons) afin de déterminer les mesures les plus adaptées. On estime que les campagnes de sensibilisation ont un effet limité si elles ont un caractère général au lieu de mettre l'accent sur les facteurs humains précis qui sont à l'origine des accidents aux passages à niveau.

Recommandations

51. Le Groupe d'experts estime que les facteurs humains doivent être reconnus comme constituant un élément essentiel de l'amélioration de la sécurité aux passages à niveau.

52. Le Groupe d'experts considère également que l'évaluation des problèmes liés aux facteurs humains et la recherche de solutions pouvant leur être apportées sont essentielles. Les facteurs humains à l'origine d'accidents ou contribuant à ceux-ci doivent être au cœur des mesures visant à améliorer la sécurité aux passages à niveau. À cet effet, le Groupe d'experts invite les pays à entreprendre une analyse approfondie des facteurs humains afin que des solutions reposant sur ces facteurs soient mises en œuvre, testées et évaluées, notamment aux fins de la conception de passages à niveaux sûrs. Dans ce cadre, le Groupe d'experts recommande que les pays mènent un projet conjoint dans le but d'élaborer une trousse à outils normalisée pour l'analyse des facteurs humains à l'origine des accidents aux passages à niveau. La recherche des facteurs humains à l'origine des accidents devrait surtout être obligatoire pour les organes chargés des enquêtes et s'appuyer sur des modèles de comportement humain afin de pouvoir aboutir à des solutions adéquates et d'en inférer des mesures de prévention appropriées. Le Groupe d'experts encourage les pays à inclure cet outil normalisé dans leurs rapports d'enquête.

53. Le Groupe d'experts invite également les pays à améliorer leur connaissance du comportement humain, notamment s'agissant de l'analyse des enquêtes et de la recherche de solutions économiques permettant de prendre en compte ce facteur. Il recommande qu'une distinction soit dûment établie entre les usagers des passages à niveau et que les différentes caractéristiques de chacun des groupes d'utilisateurs soient examinées.

Le Groupe de travail recommande que les solutions technologiques visant à améliorer la sécurité aux passages à niveau soient mises au point en tenant compte de facteurs humains qui reposent sur des données empiriques et que l'on partage des connaissances et des bonnes pratiques à ce sujet. Il propose de mettre au point des critères d'évaluation des solutions pour savoir si des améliorations ont été apportées en termes de sécurité.

54. Le Groupe d'experts recommande la mise en place d'une base de données internationale contenant des extraits des rapports d'enquête, notamment en ce qui concerne l'analyse des facteurs humains, qui pourra appuyer la recherche de solutions peu coûteuses permettant de tenir compte de ces facteurs. Cette base de données pourrait être gérée par un forum international sur les passages à niveau.

I. Infrastructure et technologie pour éviter l'insécurité aux passages à niveau

55. Malgré l'apparition de nouvelles solutions technologiques, le Groupe d'experts a estimé que l'aspect et le fonctionnement des passages à niveau n'avaient pas beaucoup évolué au cours des dernières décennies. Le coût total des dispositifs de protection active et des solutions technologiques est souvent trop élevé pour que ces solutions soient appliquées à grande échelle, notamment aux passages à niveau actifs ou passifs à faible risque. De plus, les principales solutions technologiques concernent la voie ferrée alors que peu de solutions sont proposées pour la route.

Encadré 1

Coût des passages à niveau durant leur cycle de vie

Frais généraux :

- Administration, achats, cadre réglementaire ;
- Planification générale (garder le passage, améliorer la protection, supprimer le passage) ;
- Service clients (notification des erreurs, presse, éducation, coercition).

Coût d'un accroissement de la protection, de l'amélioration ou de la suppression d'un passage à niveau :

- Travail de conception (conception des routes, signalisation) ;
- Achat de terrain ;
- Composantes (éléments de signalisation, dalles de revêtement routier) ;
- Construction (construction d'infrastructure routière, travaux d'assainissement, édification de poteaux et de barrières) ;
- Installation (ou suppression) du système de signalisation ;
- Processus d'inspection (route, signalisation) et d'approbation.

Coût de l'utilisation d'un passage à niveau :

- Entretien (inspections, entretien préventif, entretien correctif) ;
- Simple modification (par exemple, ajout d'un signal supplémentaire, y compris inspection et approbation) ;
- Mise à niveau des logiciels.

56. Le coût et le temps nécessaires pour élaborer et approuver de nouvelles solutions technologiques qui répondent aux normes du secteur et atteignent les niveaux d'intégrité de la sécurité souvent exigés sont tels que la plupart des autorités responsables doivent avancer des arguments convaincants pour justifier et autoriser ces investissements. Il s'agit là d'une difficulté récurrente dans l'élaboration de solutions technologiques pour les piétons et les autres usagers des passages à niveau et c'est la raison pour laquelle les méthodes utilisées pour détecter les trains et émettre des signaux visuels et sonores sont toujours plutôt traditionnelles et sont conçues essentiellement pour les conducteurs de véhicules routiers.

57. Le respect des prescriptions en matière de sécurité et les niveaux élevés de sécurité exigés augmente les coûts, ce qui signifie que la solution économique idéale, qui serait applicable à de nombreux types de passages différents avec des niveaux de risque et d'utilisation moins élevés, n'est pas réalisable. Cette considération a une forte incidence sur la mise en place de moyens technologiques et crée un contraste frappant entre les passages utilisés par les véhicules et ceux qui ne sont utilisés que par les piétons. Ces derniers doivent souvent se fier uniquement à leurs propres sens pour détecter les trains et décider s'ils peuvent traverser sans risque ou non.

58. L'augmentation de la demande de transports ferroviaires signifie que de nombreux réseaux sont confrontés aux mêmes difficultés, à savoir accroître leur capacité et la fréquence des trains et améliorer les temps de transport pour les passagers, y compris pour les trajets pendulaires, ce qui requiert souvent la mise en service de trains supplémentaires et/ou de trains plus rapides. Les améliorations apportées à l'infrastructure doivent dûment prendre en compte les effets de ces pratiques sur les usagers des passages à niveau et notamment sur les groupes d'usagers les plus vulnérables, qui utilisent parfois des passages passifs non protégés sur des lignes de trains rapides très fréquentées sans aucune technologie pour les assister.

59. Pour les passages utilisés par les véhicules routiers, la nécessité de réduire les embouteillages et le niveau de pollution tout en réduisant le temps de transport et en répondant à une demande accrue sur les réseaux routier et ferroviaire constitue une difficulté supplémentaire. À l'heure actuelle, l'augmentation du nombre de trains se traduit souvent par une augmentation du temps d'attente et par des durées de fermeture de la route plus longues, ce qui pose un problème de taille dont la résolution fait appel à la technologie.

60. Les investissements dans la technologie pour assister les conducteurs de véhicules ont permis le développement de solutions très en avance sur certaines des infrastructures qui seront utilisées par les véhicules autonomes et connectés. Une infrastructure intelligente est en train d'être mise en place, mais pas aux points d'intersection entre la route et le rail.

61. De la même façon que les réseaux routiers et ferroviaires se sont développés à des rythmes différents au fil du temps dans de nombreux pays, la rapidité de l'évolution des transports routiers dépasse largement celle des portions du réseau ferroviaire qu'ils utiliseront.

62. Il faudrait tirer parti de l'occasion qui se présente de prévoir la meilleure utilisation qui pourra être faite de la technologie par les opérateurs et les usagers des passages à niveau maintenant et à l'avenir dans le cadre d'une approche plus globale des réseaux de transport.

Recommandations

63. Le Groupe d'experts estime que la technologie nécessaire à l'interface route-rail ne semble pas progresser à un rythme satisfaisant, notamment s'agissant des solutions à faible coût qui pourraient convenir aux passages à niveau passifs. Une conception commune de l'évolution possible de la technologie et l'élaboration d'une feuille de route pour appuyer sa mise en œuvre pourraient contribuer à une évolution positive.

64. Le Groupe d'experts invite les pays à élaborer un projet conjoint à long terme ainsi qu'une feuille de route pour le développement de technologies applicables aux passages à niveau. Il recommande aux pays de collaborer à la mise en œuvre de la feuille de route lorsque celle-ci sera établie et, à cette fin, d'entreprendre des projets multinationaux de développement de technologies comprenant l'élaboration, la mise à l'essai, l'évaluation et la validation de solutions.

65. Le Groupe d'experts recommande également aux gestionnaires des routes et des voies ferrées d'œuvrer ensemble à la définition de critères pour l'élaboration de solutions novatrices en matière de passages à niveau et de nouveaux principes en matière de conception de l'infrastructure de ces passages, parmi lesquels des solutions à faible coût conçues spécifiquement pour les piétons et des solutions pour des véhicules plus autonomes afin que les futurs logiciels de conduite puissent utiliser les passages à niveau en toute sécurité.

66. Le Groupe d'experts recommande l'élaboration de critères permettant d'évaluer l'efficacité de toute nouvelle solution. Ces critères devraient permettre de déterminer le niveau d'amélioration atteint (niveau de sécurité avant et après la mise en œuvre) et d'en évaluer les avantages à long terme.

Deuxième partie

Cadre stratégique pour l'amélioration de la sécurité aux passages à niveau

I. Généralités

67. Malgré les efforts visant à rendre plus sûres les intersections entre la route et les voies ferrées, des accidents continuent de se produire aux passages à niveau. Ces accidents, bien qu'ils ne soient pas nombreux, ont généralement des conséquences graves. Le risque d'être tué ou grièvement blessé à la suite d'un accident à un passage à niveau est plusieurs fois plus élevé que dans un accident de la route. Même en l'absence de morts ou de blessures graves, les coûts de réparation des infrastructures et les manques à gagner découlant des perturbations et retards dans les services sont élevés.

II. Un objectif pour les gouvernements

68. Le risque qu'un accident à un passage à niveau ait de graves conséquences est très élevé. Sachant qu'un usager de la route impliqué dans un tel accident n'a que peu de chances d'y survivre ou tout au moins de ne pas y être gravement blessé, chaque accident de ce type est un accident de trop.

69. Les gouvernements doivent donc chercher à prévenir les accidents aux passages à niveau en s'efforçant d'atteindre l'objectif « zéro accident » : zéro perte de vie humaine, zéro blessure grave, zéro dommage à l'infrastructure, zéro manque à gagner et zéro perturbation ou retard.

III. Cadre stratégique

70. Les gouvernements doivent s'attacher à réaliser l'objectif « zéro accident », en mettant en place une méthode pour une sécurité systémique des passages à niveau. Cela implique que différentes institutions au niveau national (les personnes chargées de l'éducation et de la formation des usagers de la route, de l'application des lois et règlements, et de la conception et du fonctionnement des passages à niveau) s'engagent de concert à entreprendre des actions coordonnées de manière systématique pour améliorer la sécurité aux passages à niveau. L'objectif doit être de fournir des solutions adaptées en matière d'éducation, de formation et de coercition des usagers de la route, ainsi que des solutions d'ingénierie particulières aux passages à niveau. Un autre objectif doit également être de réduire le nombre des passages à niveau.

A. Une méthode systémique

71. La sécurité a été améliorée dans de nombreux domaines essentiels par l'application de modèles contemporains de l'erreur humaine et de sa gestion. En ce qui concerne la sécurité routière, toutefois, les stratégies courantes sont essentiellement fondées sur l'idée que les usagers de la route sont les seuls responsables des accidents et que les contre-mesures doivent par conséquent viser à modifier leur comportement. Ce principe est cependant progressivement remis en question et il est de plus en plus admis que les stratégies doivent être basées sur des principes tenant compte des facteurs humains.

72. La discipline des facteurs humains traite l'erreur humaine comme un dysfonctionnement du système plutôt que comme celui d'un individu. Elle envisage les interactions entre les individus, ainsi qu'entre les individus et la technologie, dans le cadre d'un système. Elle tient compte de la présence de conditions latentes à l'échelle du système et de leur rôle dans la définition du contexte dans lequel les acteurs commettent des erreurs. Par conséquent, les erreurs humaines ne sont plus considérées comme la cause principale des accidents. Au lieu de cela, elles sont considérées comme une conséquence de dysfonctionnements structurels découlant de décisions et de mesures prises dans le cadre du système organisationnel, social ou politique au sein duquel se déroulent les processus et opérations (gouvernement, autorités locales, organisations ou entreprises et leurs différents niveaux hiérarchiques). La méthode systémique semble prévaloir dans de nombreux domaines où la sécurité joue un rôle clef. On parle alors souvent de facteurs humains ou de méthode MTO (Man, Technology and Organisation (« Individu, technologie et organisation »)).

73. Les accidents surviennent lorsque les éléments d'un système interagissent entre eux et que ces interactions sont impossibles à prévoir en raison de leur complexité. Par conséquent, la théorie des systèmes fournit la base théorique de l'ingénierie des systèmes, selon laquelle chaque système est considéré comme un tout intégré, même s'il est composé de divers éléments spécialisés.

74. Selon la théorie des systèmes, optimiser les éléments ou les sous-systèmes n'aboutit pas forcément à un système optimal. L'amélioration d'un sous-système particulier peut en fait pénaliser l'efficacité globale du système, en raison de la complexité et de la non-linéarité des interactions entre ses divers éléments.

B. Le passage à niveau comme système sociotechnique complexe

75. Les analyses du système routier ont abouti à la conclusion que la nature de la circulation routière était complexe en raison de la diversité de ses constituants physiques, notamment les usagers, les véhicules et les éléments de l'infrastructure, ainsi que des nombreuses interactions entre usagers et véhicules et entre véhicules et infrastructures. Le caractère aléatoire des interactions entre les éléments du système est évident, même compte tenu de la législation routière. Enfin, le réseau routier est ouvert à l'environnement et est largement soumis au comportement de ses usagers, qui peut être très variable. L'influence du milieu ferroviaire ajoute encore à cette complexité, tant en ce qui concerne les interactions entre les composantes physiques que dans la coordination requise entre diverses organisations pour gérer les risques concernant la sécurité à ces intersections spécifiques.

C. Méthode pour une sécurité systémique

76. La sécurité systémique est une méthode anticipatrice qui s'écarte des méthodes traditionnelles de la sécurité routière et donc des passages à niveau. Les principes de la sécurité systémique prennent en compte les deux faits suivants : les individus impliqués dans la circulation commettent des erreurs, et la capacité du corps humain à absorber sans dommages l'énergie cinétique est soumise à des limites connues.

77. La sécurité systémique requiert d'envisager et de gérer de manière globale les interactions dynamiques complexes entre les vitesses de déplacement, les véhicules, l'infrastructure routière et le comportement des usagers de la route. L'objectif est de relier les uns aux autres les éléments du système afin d'augmenter globalement la sécurité, de

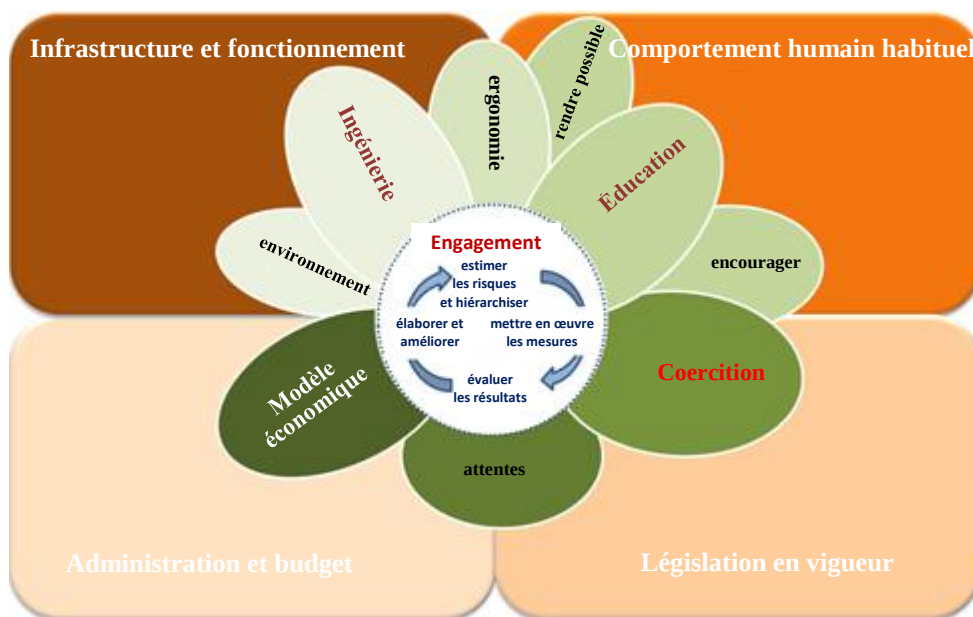
sorte qu'en cas de dysfonctionnement d'un élément d'autres préviennent des blessures graves.

78. Dans le cadre de la sécurité systémique, les usagers de la route doivent obéir à la législation routière et conduire prudemment. Il incombe aux responsables de la conception, de la construction et de l'exploitation du réseau routier (les concepteurs du système) de veiller à ce que celui-ci encourage et favorise une utilisation sûre, pare aux risques inhérents, anticipe les erreurs des utilisateurs et fasse en sorte que celles-ci n'occasionnent pas de dommages graves. Un système sûr et durable de régulation et de limitation de la vitesse qui gère en toute sécurité l'interaction entre les véhicules, les utilisateurs et l'infrastructure routière est un élément décisif d'une sécurité systémique.

79. Dans le cadre de cette sécurité systémique globale, une stratégie particulière aux passages à niveau est définie pour contribuer à renforcer la sécurité à ces passages.

Figure 12

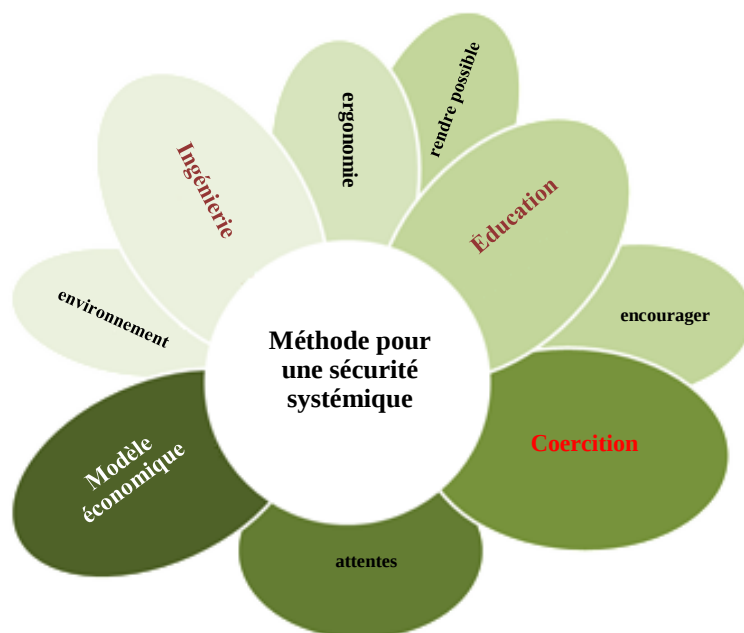
Méthode pour une sécurité systémique



Source : Secrétariat de la CEE, d'après un graphique de la Commission irlandaise pour les règlements des chemins de fer.

80. La méthode pour une sécurité systémique envisage trois domaines d'intervention pour améliorer la sécurité aux passages à niveau.

Figure 13

Méthode pour une sécurité systémique : les domaines d'intervention

Source : Secrétariat de la CEE, d'après un graphique de la Commission irlandaise pour les règlements des chemins de fer.

81. Le domaine de l'**ingénierie** comprend des mesures visant à appliquer telle ou telle solution d'ingénierie connue à un passage à niveau déterminé ou à entreprendre tel ou tel projet de recherche visant à élaborer de nouvelles solutions pour un type déterminé de passage à niveau. Cela peut aussi comprendre toute mesure législative ou administrative nécessaire pour mettre en œuvre de manière efficace des solutions techniques.

82. La solution d'ingénierie doit **rendre possible** d'emprunter en toute sécurité un passage à niveau, en tenant compte de son **environnement** physique et du **comportement humain habituel** aux passages à niveau en appliquant l'**ergonomie**, c'est-à-dire la compréhension de la façon dont l'ingénierie peut être déployée dans l'environnement d'une manière qui prenne en compte et influence positivement le comportement de l'utilisateur, réduisant ainsi le risque d'erreur humaine.

83. Les solutions techniques peuvent s'appliquer à l'infrastructure ferroviaire ou routière ou aux véhicules et à leur fonctionnement. L'élimination de passages à niveau en dénivellant les intersections ou en fusionnant plusieurs passages à niveau passifs en un seul passage à niveau actif est également une solution d'ingénierie.

84. Le domaine de l'**éducation** comprend des mesures visant à mener des formations fondées sur des supports de formation existants ou à concevoir et mener une formation sur mesure pour traiter un aspect du comportement d'un groupe d'utilisateurs déterminé, par exemple les usagers d'un passage à niveau particulier.

85. Cela peut également comprendre des mesures périodiques plus générales destinées à sensibiliser aux conséquences d'un comportement inadéquat aux passages à niveau et à **encourager** ainsi les usagers à se comporter de manière sûre aux passages à niveau. Les mesures législatives ou administratives visant à améliorer la mise en œuvre de la formation peuvent également relever de ce domaine d'intervention.

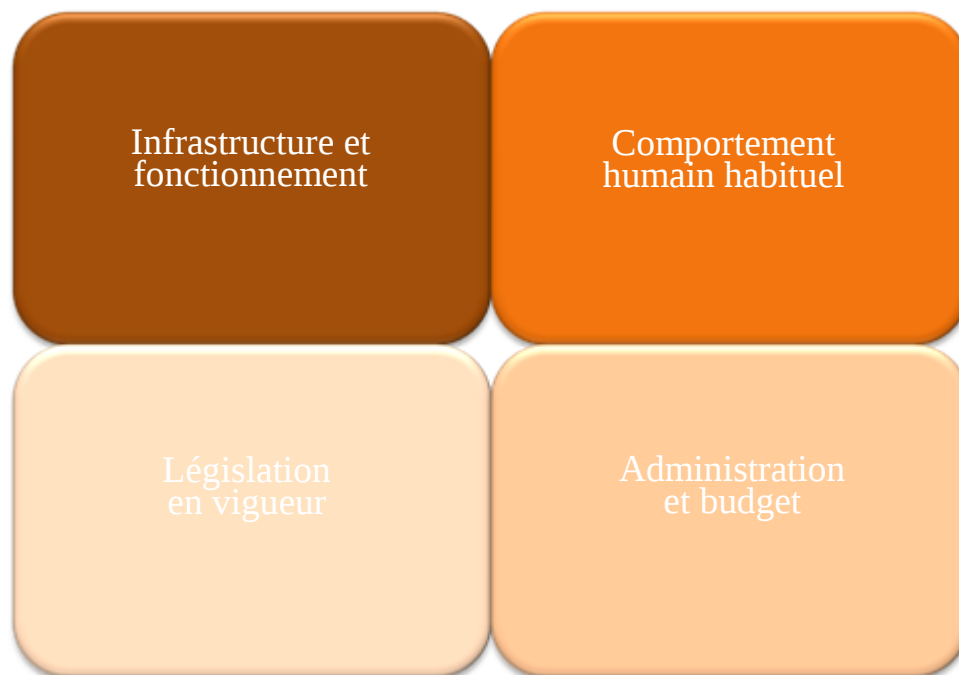
86. Le domaine de la **coercition** comprend des mesures visant à décourager les comportements dangereux tout en déterminant les raisons de ces comportements et en élaborant des stratégies complémentaires visant à **encourager** les comportements sûrs et à parer aux risques inhérents aux passages à niveau qui posent problème. Les mesures législatives et administratives visant à renforcer l'application de la loi font également partie de ce domaine d'intervention.

87. La méthode pour une sécurité systémique intègre un **modèle économique** qui détermine le budget nécessaire pour mettre en œuvre une mesure prioritaire particulière dans un des trois domaines d'intervention. Ce modèle économique est lié à des **attentes** sociales et politiques, c'est-à-dire à la demande, de la part du public, d'amélioration de la sécurité aux passages à niveau, notamment au moyen de mesures visant à pallier une lacune législative ou administrative ou à remédier à un manque d'efficacité. En fonction de la nature de la lacune ou du manque, la mesure à mettre en œuvre relève du domaine de l'ingénierie, de celui de l'éducation ou de celui de la coercition.

88. La méthode pour une sécurité systémique intègre également la gestion des risques, qui permet de déterminer les mesures indispensables et prioritaires. Dans cette méthode, la gestion des risques consiste à évaluer les facteurs de risque dans quatre domaines (voir la figure 14) :

Figure 14

Méthode pour une sécurité systémique : les domaines de risque



Source : Secrétariat de la CEE, d'après un graphique de la Commission irlandaise pour les règlements des chemins de fer.

89. Le domaine de l'**infrastructure** et du **fonctionnement** comprend l'évaluation de la probabilité de survenue d'un événement à un passage à niveau mettant en cause des éléments de l'infrastructure ou du fonctionnement d'un passage à niveau, par exemple une défaillance de l'infrastructure, une fausse manœuvre des agents ferroviaires ou une erreur ou une violation commise par un usager de la route. En ce qui concerne l'infrastructure, il peut notamment s'agir des caractéristiques de la route à l'approche et à la sortie du passage

à niveau, de la signalisation, du nombre de voies, du type de protection et de la visibilité latérale à l'intersection. En ce qui concerne le fonctionnement, il peut notamment s'agir de la fréquence des trains et de celle du trafic routier ainsi que de la vitesse du train et de celle du trafic routier.

90. La prise en compte du **comportement humain habituel** comprend l'évaluation de la probabilité de la survenue d'événements liés aux erreurs commises par les usagers de la route ou aux infractions intentionnellement commises dans le contexte des temps d'attente, de la culture de la circulation, des normes et pressions sociales et des niveaux de réceptivité à la distraction ou de goût du risque. Cette évaluation doit de préférence être effectuée en fonction de différents types d'usagers des passages à niveau, caractérisés par leur concentration mentale, leur motivation ou leur efficacité, et en tenant compte de leur fréquence de passage.

91. La prise en compte de la **législation en vigueur** comprend l'évaluation de la prévalence des erreurs ou des violations intentionnelles commises par les usagers de la route eu égard à la législation en vigueur. Par exemple : i) l'efficacité de la signalisation et de la protection à un passage à niveau en vue de prévenir les erreurs des usagers de la route ; et ii) l'efficacité des mesures punitives en cas d'usage abusif d'un passage à niveau.

92. Le domaine de l'**administration** et du **budget** comprend l'évaluation de la prévalence d'événements funestes du point de vue de la coopération interinstitutions, de l'engagement et de la compétence des administrations, de l'investissement dans les infrastructures et du degré de mise en œuvre des améliorations de la sécurité qui en découle.

93. La gestion des risques comprend l'évaluation des conséquences potentielles d'un accident. De préférence, cette évaluation doit déterminer en termes financiers les pertes attendues par suite d'un accident (pertes en vies humaines, blessures, dommages aux infrastructures et manque à gagner en raison des perturbations ou retards).

94. La méthode pour une sécurité systémique hiérarchise les mesures concernant les passages à niveau en fonction de la probabilité qu'un accident se produise et de ses conséquences possibles. L'évaluation des facteurs de risque indique quel type de mesure est nécessaire, c'est-à-dire si cette mesure doit être prise dans le domaine de l'ingénierie, de l'éducation ou de la coercition. Elle indique en outre si cette mesure doit concerner un passage à niveau particulier ou un type de passage de niveau, ou si elle doit s'adresser à tous les usagers de la route ou à un groupe particulier d'usagers.

IV. Mise en œuvre de la méthode pour une sécurité systémique

95. La mise en œuvre à l'échelle nationale de la méthode pour une sécurité systémique requiert un engagement continu des autorités compétentes. Celles-ci doivent mettre en œuvre ladite méthode dans des cycles de projet qui comprennent les éléments suivants :

a) Sous l'impulsion du gouvernement, les autorités routières et ferroviaires entament une consultation active avec les personnes chargées de la mise en œuvre, afin de s'entendre officiellement sur les objectifs, fixer un budget pour le cycle de projet et faire régulièrement rapport sur les progrès de la mise en œuvre ;

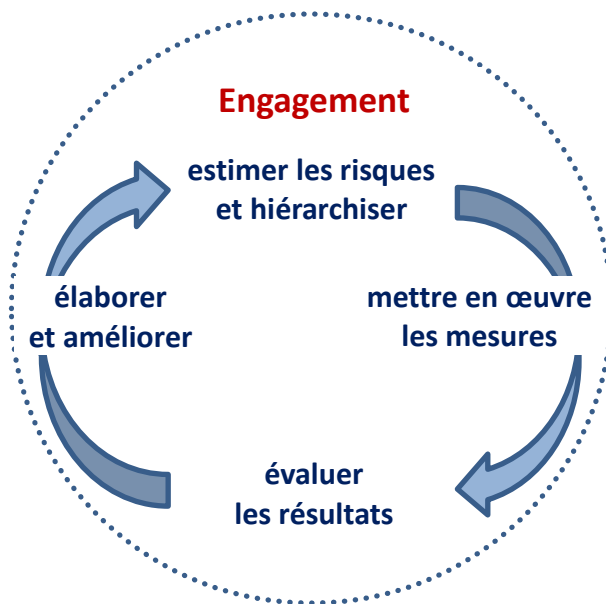
b) Lesdites autorités appliquent une stratégie d'amélioration continue en termes de gestion des risques concernant les passages à niveau et les usagers fondée sur la méthode « Planifier-Réaliser-Vérifier-Agir » (Plan-Do-Check-Act)⁸ :

⁸ Voir la norme ISO 9001:2015.

- i) Planifier : évaluer le risque et hiérarchiser les mesures correctives ;
- ii) Réaliser : mettre en œuvre des mesures correctives en fonction du budget disponible ;
- iii) Vérifier : évaluer et examiner les résultats ;
- iv) Agir : rechercher, élaborer et mettre en œuvre de nouvelles améliorations.

Figure 15

Méthode pour une sécurité systémique : étapes d'un engagement et d'une amélioration permanents



Source : Secrétariat de la CEE, d'après un graphique de la Commission irlandaise pour les règlements des chemins de fer.

96. Les cycles de projet doivent être de durée déterminée.

97. Le premier cycle de projet doit comprendre la création d'un inventaire des passages à niveau adapté à l'objectif d'évaluation des risques. Les cycles suivants peuvent comprendre des modifications de l'inventaire à la suite de la mise en œuvre de mesures correctives.

98. Chaque cycle de projet peut également intégrer des améliorations de l'évaluation des risques grâce à l'affinage et au rééquilibrage des modèles d'évaluation des risques sur la base de données réelles relatives aux accidents et des résultats issus des enquêtes sur les accidents ou des rapports sur les quasi-collisions.

99. La mise en œuvre de la méthode pour une sécurité systémique peut être plus efficace si elle est réalisée au moyen d'un plan d'action assorti de responsabilités claires concernant la mise en œuvre, qui peut en outre être soutenue par une coopération internationale fournie au moyen d'un plan d'action international.

V. Mesures d'appui à la mise en œuvre recommandées au niveau international

100. Trois mesures sont recommandées pour appuyer la mise en œuvre au niveau international de la méthode pour une sécurité systémique :

- a) Création d'un groupe de travail international de la sécurité aux passages à niveau ;
- b) Création d'une base de données internationale en ligne sur les passages à niveau ; et
- c) Création d'une base de données internationale en ligne sur les enseignements tirés des enquêtes sur les accidents.

A. Création d'un groupe de travail international de la sécurité aux passages à niveau

101. Le groupe de travail international de la sécurité aux passages à niveau (un « forum pour améliorer la sécurité des passages à niveau ») pourrait offrir une instance d'échange d'expériences et de bonnes pratiques dans les domaines suivants :

- a) Application de la gestion des risques ;
- b) Compréhension de l'efficacité de diverses solutions dans les domaines de l'ingénierie, de l'éducation et de la coercition ;
- c) Normalisation de la formation et des compétences du personnel chargé de la gestion des risques et de la sécurité aux passages à niveau ;
- d) Élaboration d'une base méthodologique harmonisée d'évaluation des risques dans le contexte de la méthode pour une sécurité systémique ;
- e) Amélioration des méthodes d'estimation, en termes financiers, des pertes dues aux accidents aux passages à niveau ;
- f) Conception et mise en œuvre d'une évaluation qualitative en vue d'une analyse comparative de l'état des actifs et de leur exploitabilité, et mise au point d'une méthode plus complète de mesure et d'évaluation de la gestion des passages à niveau ; et
- g) Élaboration d'une trousse à outils normalisée pour l'analyse des facteurs humains à utiliser dans les rapports nationaux d'enquête sur les accidents.

102. Le groupe de travail pourrait également constituer une instance permettant de définir des projets de recherche ou d'analyse communs en vue de rechercher de meilleures solutions en matière de sécurité et d'évaluer le niveau de mise en œuvre des recommandations formulées dans le présent rapport.

103. Son mandat devrait être établi de manière à éviter tout chevauchement de fonctions avec les groupes internationaux ou les organes intergouvernementaux déjà existants.

104. Dans la première partie du présent rapport, le Groupe d'experts a recommandé que les pays échangent des expériences et des bonnes pratiques et unissent leurs forces en vue de mettre en œuvre des projets de recherche (nouvelles solutions d'ingénierie, amélioration de la compréhension des facteurs humains) et d'élaborer des boîtes à outils et autres moyens d'action. La participation à un organe officiel axé sur l'obtention de résultats pourrait constituer une manière efficace de coopérer au niveau international. Le Groupe d'experts estime également qu'il est possible d'améliorer la sécurité en mettant en œuvre

ses nombreuses recommandations et en appliquant la méthode pour une sécurité systémique aux passages à niveau. La création d'un groupe international qui évaluerait et appuierait la mise en œuvre pourrait rendre plus efficace le processus d'amélioration de la sécurité.

B. Création d'une base de données internationale en ligne sur les passages à niveau

105. Dans la première partie du présent rapport, le Groupe d'experts a recommandé à tous les membres de la CEE et à d'autres pays de recueillir et de publier un ensemble d'indicateurs de sécurité de base, afin de :

- a) Permettre d'effectuer au niveau international des évaluations et des analyses comparatives de la sécurité aux passages à niveau ; et
- b) Mettre à disposition des données internationales pour la mise à l'essai et l'étalonnage de modèles de gestion des risques.

106. Le Groupe d'experts a également recommandé que la CEE recueille et gère les indicateurs de sécurité aux passages à niveau dans le cadre de ses activités relevant du Groupe de travail des statistiques des transports (WP.6).

C. Création d'une base de données internationale en ligne sur les enseignements tirés des enquêtes sur les accidents

107. Le Groupe d'experts a recommandé en outre la création d'une base de données destinée à étayer les enseignements tirés des enquêtes sur les accidents publiées par les pays de la CEE, afin de :

- a) Permettre d'effectuer au niveau international des évaluations et des analyses comparatives de ces enseignements ; et
- b) Mettre à disposition des données internationales en vue de la conception de solutions communes pour améliorer la sécurité aux passages à niveau.

108. Selon le Groupe d'experts, cette base de données ne constituerait pas une simple collection de rapports d'enquête, mais devrait contenir un choix d'analyses de rapports considérés comme décisifs pour la conception de solutions visant à améliorer la sécurité aux passages à niveau. Elle pourrait être gérée par le groupe de travail international de la sécurité aux passages à niveau (voir ci-dessus le point A du présent plan d'action).

VI. Mesures d'appui à la mise en œuvre recommandées au niveau national

109. Quatre mesures sont recommandées pour la mise en œuvre au niveau national d'une méthode pour une sécurité systémique concernant les passages à niveau :

- a) Engagement du gouvernement à l'égard de l'objectif « zéro accident » ;
- b) Création au niveau national d'une équipe spéciale ou d'un groupe de travail chargé d'appliquer la méthode pour une sécurité systémique ;
- c) Création d'une base de données nationale en ligne sur les passages à niveau ;
et
- d) Création d'une base de données nationale en ligne sur les enseignements tirés des enquêtes sur les accidents.

A. Engagement du gouvernement à l'égard de l'objectif « zéro accident »

110. Le gouvernement doit engager les autorités compétentes à mettre en œuvre la méthode pour une sécurité systémique concernant les passages à niveau et par là atteindre l'objectif « zéro accident ». Le gouvernement doit également veiller à fournir les ressources financières nécessaires à la mise en œuvre de la méthode pour une sécurité systémique.

B. Création au niveau national d'une équipe spéciale ou d'un groupe de travail chargé d'appliquer la méthode pour une sécurité systémique

111. L'équipe spéciale ou le groupe de travail chargé d'appliquer la méthode pour une sécurité systémique au niveau national serait formé par le ministère chargé des routes et des chemins de fer et devrait comprendre des représentants des groupes et institutions suivants :

- a) Gestionnaires de l'infrastructure ferroviaire ;
- b) Autorité nationale chargée de la sécurité des chemins de fer ;
- c) Autorité nationale chargée de la sécurité routière ;
- d) Autorité nationale chargée de l'application de la législation sur la circulation routière ; et
- e) Experts.

112. Par ailleurs, les parties suivantes devraient être consultées :

- a) Entreprises ferroviaires ;
- b) Gestionnaires de l'infrastructure routière ;
- c) Organismes de transports publics routiers ;
- d) Organisations représentatives des entreprises de transport de marchandises par route ;
- e) Organisations représentatives des exploitants agricoles.

113. L'équipe spéciale ou le groupe de travail assumerait les tâches suivantes :

- a) Établissement et gestion d'un inventaire des passages à niveau ;
- b) Détermination des éléments à prendre en compte pour l'évaluation des risques et l'affinement ultérieur des modèles ;
- c) Répartition des responsabilités en matière d'évaluation des risques dans les domaines suivants :
 - i) Infrastructure et fonctionnement ;
 - ii) Comportements humains habituels ;
 - iii) Législation en vigueur ; et
 - iv) Administration et budget.
- d) Répartition des responsabilités pour la mise en œuvre des mesures, y compris en ce qui concerne le financement ;
- e) Évaluation conjointe de l'impact des mesures mises en œuvre ;
- f) Participation à un groupe de travail international pour mettre en commun l'expérience nationale et apprendre des autres ;

- g) Participation à des projets de recherche internationaux ; et
- h) Soumission de rapports au gouvernement sur les progrès accomplis.

C. Création d'une base de données nationale en ligne sur les passages à niveau

114. Une base de données sur les passages à niveau devrait être créée et comporter au minimum les données sur l'ensemble d'indicateurs relatifs aux passages à niveau recommandé par le Groupe d'experts.

D. Création d'une base de données nationale en ligne sur les enseignements tirés des enquêtes sur les accidents

115. Une base de données sur les leçons tirées des enquêtes sur les accidents constituerait une source d'information permettant d'élaborer des solutions fondées sur l'analyse pour améliorer la sécurité aux passages à niveau.

Annexe I

Définitions (accompagnées de leurs sources) des termes utilisés dans les indicateurs d'évaluation de l'efficacité en matière de sécurité aux passages à niveau

Accidents aux passages à niveau et leurs conséquences (Glossaire commun des statistiques de transport⁹)

Accident (ferroviaire) (A.VII-01)

Événement soudain, non voulu ou non intentionnel, ou enchaînement spécifique de tels événements aux conséquences dommageables. Les accidents de chemin de fer sont des accidents dans lesquels au moins un véhicule ferroviaire en mouvement est impliqué.

Accident se produisant à un passage à niveau (A.VII-13)

Tout accident se produisant à un passage à niveau et mettant en cause au moins un véhicule ferroviaire et un ou plusieurs véhicule(s) routier(s), d'autres usagers de la route tels que les piétons ou objets d'autre nature temporairement présents sur les voies ou à leur proximité.

Accident mortel (B.VII-02)

Tout accident corporel entraînant la mort d'une personne.

Personne tuée (A.VII-09, B.VII-05)

Toute personne tuée sur le coup ou décédant dans les trente jours à la suite d'un accident de chemin de fer, sauf suicide.

Personne grièvement blessée (A.VII-10, A.VII-6)

Toute personne blessée qui a été hospitalisée pendant plus de vingt-quatre heures à la suite d'un accident.

Usagers des passages à niveau (A.VII-16)

Personnes empruntant un passage à niveau pour traverser la voie ferrée à l'aide d'un moyen de transport ou à pied.

Cycle (B.II.A-05)

Véhicule routier à deux roues au moins qui est propulsé exclusivement par l'énergie musculaire des personnes se trouvant sur ce véhicule, notamment à l'aide de pédales, d'un levier ou de manivelles (bicyclettes, tricycles, quadricycles et voitures d'invalides, par exemple).

⁹ Glossaire des statistiques de transport (CEE, OCDE, Eurostat),
<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp6/pdfdocs/glossfr4.pdf>.

Véhicule routier automobile (B.II.A-06)

Véhicule routier pourvu d'un moteur constituant son seul moyen de propulsion, qui sert normalement au transport de personnes ou de marchandises ou à la traction sur route de véhicules utilisés pour le transport de personnes ou de marchandises.

**Convention sur la signalisation routière de 1968
(Convention de Vienne)****Automobile (art. 1 n))**

Désigne ceux des véhicules à moteur qui servent normalement au transport sur route de personnes ou de choses ou à la traction sur route de véhicules utilisés pour le transport de personnes ou de choses. Ce terme englobe les trolleybus, c'est-à-dire les véhicules reliés à une ligne électrique et ne circulant pas sur rails. Il n'englobe pas les véhicules, tels que les tracteurs agricoles, dont l'utilisation pour le transport sur route de personnes ou de choses ou la traction sur route de véhicules utilisés pour le transport de personnes ou de choses n'est qu'accessoire.

**Directive 2014/88/UE de la Commission européenne
– Appendice à l'annexe I – Définitions communes des ISC****Indicateurs relatifs aux accidents****Accident grave (par. 1.1)**

Tout accident impliquant au moins un véhicule ferroviaire en mouvement et provoquant la mort ou des blessures graves pour au moins une personne ou des dommages significatifs au matériel, aux voies, à d'autres installations ou à l'environnement, ou des interruptions importantes de la circulation, à l'exception des accidents dans les ateliers, les entrepôts et les dépôts.

Train (par. 1.4)

Un ou plusieurs véhicules ferroviaires tractés par une ou plusieurs locomotives ou automotrices ou une automotrice circulant seule sous un numéro donné ou une désignation spécifique depuis un point fixe initial jusqu'à un point fixe terminal, y compris une locomotive haut le pied, c'est-à-dire une locomotive circulant seule.

Indicateurs relatifs à la sécurité technique de l'infrastructure**Passage à niveau (par. 6.3)**

Toute intersection à niveau entre une route ou un passage et une voie ferrée, telle que reconnue par le gestionnaire de l'infrastructure, et ouverte aux usagers publics ou privés. Les passages entre quais de gare sont exclus, ainsi que les passages de voies réservés au seul usage du personnel¹⁰.

¹⁰ La définition des ICS du passage à niveau inclut un « passage » et elle est donc plus universelle que la définition d'Eurostat.

Route (par. 6.4)

Aux fins des statistiques d'accidents de chemin de fer, toute route, rue ou autoroute, publique ou privée, y compris les chemins et pistes cyclables adjacents.

Passage (par. 6.5)

Toute voie, autre qu'une route, permettant le passage de personnes, d'animaux, de véhicules ou de machines.

Passage à niveau passif (par. 6.6)

Passage à niveau sans aucune forme de système d'avertissement ou de protection activée lorsqu'il est dangereux pour l'usager de traverser les voies.

Passage à niveau actif (par. 6.7)

Passage à niveau où les usagers du passage sont protégés ou avertis de l'approche d'un train par des dispositifs activés lorsqu'il est dangereux pour l'usager de traverser les voies.

La protection au moyen de dispositifs physiques comprend :

- Des semi-barrières ou barrières complètes ;
- Des portails.

Avertissement au moyen d'équipements fixes installés aux passages à niveau :

- Dispositifs visibles : feux ;
- Dispositifs audibles : cloches, sirènes, klaxons, etc.

Les passages à niveau actifs sont classés comme suit :

- a) **Manuel** : passage à niveau où la protection ou l'avertissement côté usagers sont activés manuellement par un membre du personnel ferroviaire ;
- b) **Automatique avec avertissement côté usagers** : un passage à niveau où l'avertissement côté usagers est activé par l'approche du train ;
- c) **Automatique avec protection côté usagers** : un passage à niveau où la protection côté usagers est activée par l'approche du train. Cette catégorie inclut les passages à niveau avec protection et avertissement côté usagers ;
- d) **Avec protection côté rails** : un passage à niveau où un signal ou tout autre système de protection des trains permet au train de continuer dès que le passage à niveau assure pleinement la protection des usagers et qu'il est libre d'obstacles.

Définitions des bases d'étalonnage**« Train-km » (par. 7.1)**

Unité de mesure correspondant au déplacement d'un train sur un kilomètre. La distance utilisée est la distance effectivement parcourue, si elle est disponible ; sinon, la distance standard du réseau entre le point de départ et le point de destination est utilisée. Seule la distance parcourue sur le territoire national du pays déclarant est prise en compte.

« Km de ligne » (par. 7.3)

Longueur en kilomètres du réseau ferroviaire. En ce qui concerne les lignes ferroviaires à plusieurs voies, seule la distance entre le point de départ et le point de destination est prise en considération.

« Km de voie » (par. 7.4)

Longueur en kilomètres du réseau ferroviaire. Chaque voie d'une ligne ferroviaire à plusieurs voies est prise en considération.

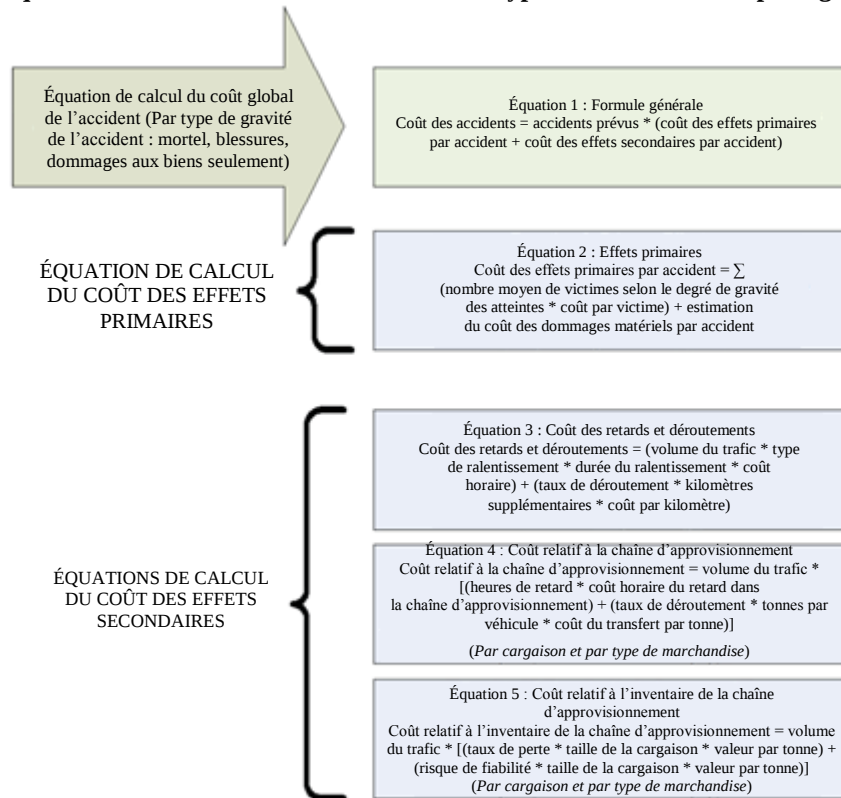
Annexe II

Méthodes recommandées d'estimation du coût des accidents aux passages à niveau

1. Les méthodes recommandées constituent un cadre de haut niveau pour la catégorisation des différents types de coûts. Dans les deux méthodes, les catégories de coûts peuvent être détaillées en fonction de leurs effets et de leurs incidences. Les effets primaires apparaissent sur le lieu de la collision et sont notamment les pertes humaines (et les coûts correspondants) et les dégâts matériels (aux véhicules routiers, à l'équipement ferroviaire et aux infrastructures). Les effets secondaires sont liés aux perturbations de la chaîne d'approvisionnement et des activités. La méthode du NCHRP (National Cooperative Highway Research Programme) permet également de prendre en compte les effets liés aux accidents catastrophiques rares. Les incidences décrivent comment chaque élément de coût affecte la collectivité (directement, indirectement ou de manière immatérielle), et le processus par lequel ces incidences sont ressenties (par exemple par la perturbation d'une chaîne d'approvisionnement) ; et, dans le cas d'un événement catastrophique rare, elle peut décrire les stratégies adoptées pour en évaluer le coût.

2. Dans la méthode du NCHRP, tant les coûts indirects que les coûts immatériels sont saisis dans les mesures du consentement à payer en ce qui concerne les pertes en vies humaines et les blessures. La méthode fait appel à un système d'équations que les praticiens peuvent utiliser pour estimer les coûts des différents types d'accidents à un passage à niveau. Ces équations sont présentées dans la figure 16. On trouvera de plus amples détails dans le rapport n° 755 du NCHRP, intitulé « Comprehensive Costs of Highway-Rail Grade Crossing Crashes », qui peut être consulté à l'adresse électronique suivante : http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_755.pdf.

Figure 1

Équations d'estimation des coûts des divers types d'accidents à un passage à niveau

Source : Rapport n° 755 du NCHRP, « Comprehensive Costs of Highway-Rail Grade Crossing Crashes ».

3. La méthode des indicateurs de sécurité communs de l'ERA à l'appui de la mise en œuvre de la directive 2014/88/UE de la Commission européenne peut être utilisée pour calculer quatre composantes de coûts déclarées au titre des indicateurs de sécurité communs. Elle peut être consultée à l'adresse électronique suivante : http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/ERA%20Guidance_for_Use_of_CSIs_ERA-GUI-02-2015.pdf.

4. La valeur de la prévention d'un décès doit être calculée soit par la méthode « volonté de payer » soit par la méthode « capital humain/perte de production ». Dans cet exercice d'évaluation statistique de la vie humaine, il est essentiel de ne pas prendre en considération les seules blessures mortelles mais aussi les blessures graves (voire les blessures légères).

Annexe III

[Anglais seulement]

Assessment of key factors contributing to unsafe condition at level crossings in UNECE member countries and other selected countries

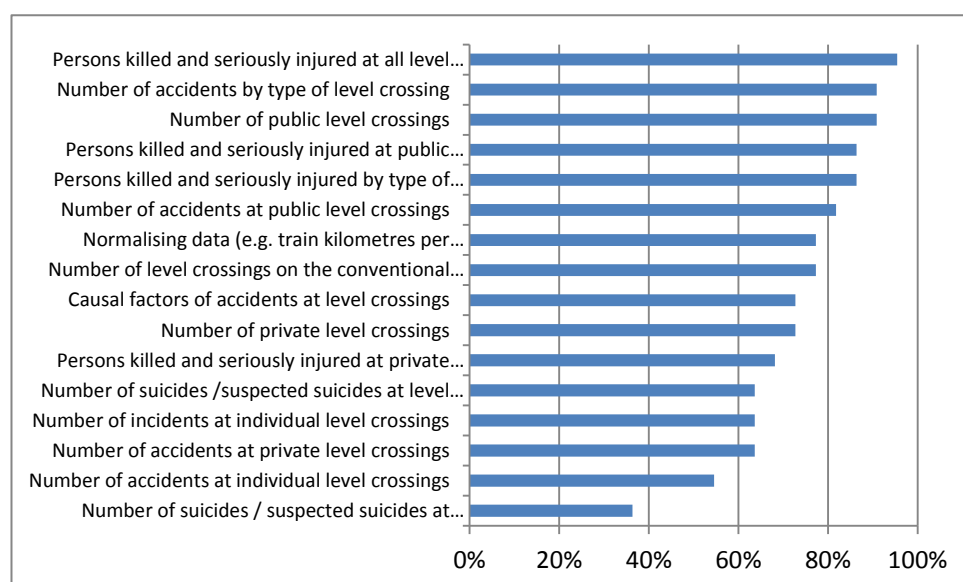
I. Data on safety at level crossings

Assessment

1. The Group of Experts reviewed collection and use of statistical data on level crossings.
2. The Group conducted a survey in UNECE members and other selected countries. The survey results show that responding countries, generally, collect a vast array of data on level crossings. The data pertains to number of level crossings, their type and status, accidents, numbers of persons killed and seriously injured. In many countries data on causal factors of accidents as well as on suicides are also collected. Many countries normalize the level crossing data by relating them to rail traffic volumes or network length data (Figure 1).

Figure 1

Type of data collected on level crossing and safety of level crossing, UNECE countries and other selected countries,



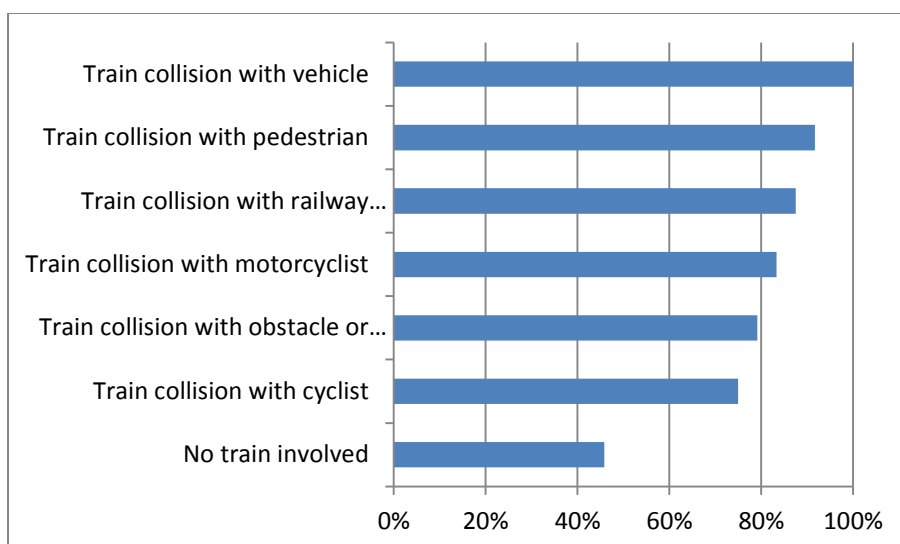
Source : UNECE secretariat survey, UNECE secretariat calculations.

Note : Based on responses from 23 countries except Lithuania. 100% means type of data collected by all responding countries.

3. Regarding the data on accidents, fatalities and injuries, responding countries report their collection as totals and at disaggregated levels. The accident data are in many countries collected per type of level crossing users, on collisions with obstacles or animals and accidents without involvement of a train (Figure 13). The fatalities and injuries data are also disaggregated at the level of level-crossing specific user or train occupants (Figure 2).

Figure 2

Disaggregation of accident data by type of level crossing user, UNECE countries and other selected countries

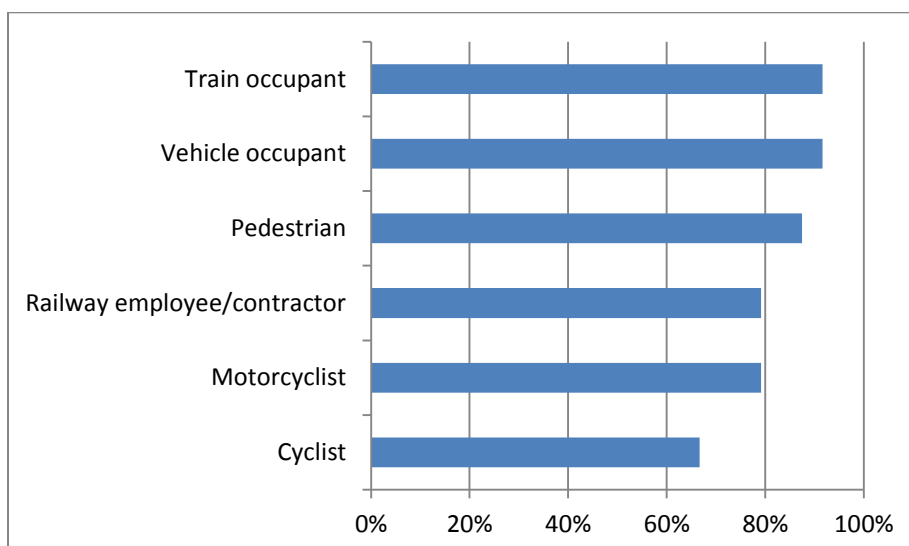


Source : UNECE secretariat survey, UNECE secretariat calculations.

Note : 100% means type of data collected by all responding countries.

Figure 3 :

Disaggregation of fatalities and injuries data by type of level crossing user, UNECE countries and other selected countries



Source : UNECE secretariat survey, UNECE secretariat calculations.

Note : 100% means type of data collected by all responding countries.

4. The responding countries reported that the data collected are used to inform the work of national safety and other authorities. More specifically, the data are analyzed by the authorities to understand the impact of past actions and to develop safety initiatives. In a number of responding countries, the data are used to monitor and assess specific risks, so that the future level crossing safety initiatives can be targeted in a more cost effective way (United Kingdom).

5. The responding countries also reported on methodologies and publishing. As far as the methodologies are concerned, 16 out of 17 countries of the European Union and Russian Federation informed that they collect the data in accordance with data definitions prescribed by Eurostat/OECD/UNECE. Other seven countries informed of using other definitions without providing any specific information in this regard. At the same time four of these countries (Belarus, Republic of Moldova, Switzerland and Turkey) informed that data could be collected in accordance with the Eurostat/OECD/UNECE definitions.

6. As far as publishing of data is concerned, the responding countries informed about authorities responsible for publishing. In many countries, there is just one authority, typically a national safety authority for railway, which publishes the data. In some cases, there are also individual rail infrastructure managers who publish the level crossing data. There are also countries where several bodies publish the data.

II. Assessment of costs of level crossing accidents

Assessment

7. The Group of Experts also examined the economic costs of accidents at level crossings in UNECE member countries and other selected countries. To this end, the Group conducted a survey.

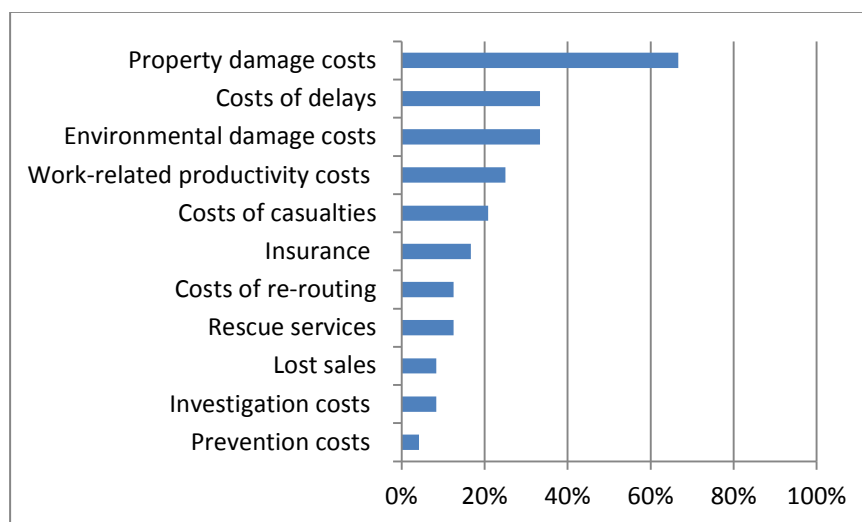
8. The survey shows that of 24 responding countries only eight (Belgium, Greece, Hungary, India, Ireland, Norway, Switzerland and United Kingdom) calculate the costs of level crossing accidents and aggregate them at the national level. In all countries, except Hungary, the cost statistics is compiled on an annual basis (even if the costs are established for each individual accident separately).

9. The motivation for calculating level crossing accidents costs and for collecting the necessary statistics vary between countries. The accident costs serve as an input to national safety plans (India, Greece) ; they are reported to ERA under Common Safety Indicators (CSI) data (Belgium, Ireland) ; they are estimated as they represent criteria for accident notification (Switzerland) ; they are used in cost-benefit studies (Hungary) and they are collected for statistical purposes (Norway).

10. While only several countries aggregate the costs of accidents at the national level, there are 16 surveyed countries that register different types of attributable costs for individual accidents. Typically, surveyed countries register 3-4 different types of costs for a level crossing accident, while one country (Russian Federation) informed to register 11 different types of costs.

11. Among the costs most commonly registered by countries are the property damage costs. They are followed by the environmental costs and costs of delays (Figure 4).

Figure 4
**Type of costs registered for individual accidents at level crossings,
 UNECE countries and other selected countries**



Source : UNECE secretariat survey, UNECE secretariat calculations.

Note : 100% means type of costs registered by all responding countries.

12. The responses to the survey also show that eight (Hungary, Ireland, Portugal, Russian Federation, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom) out of 24 countries established the costs of human life at the national level. The methods used for establishing this value differ among countries. The methods referred to in responses are : Value to Prevent Casualty (VPC), Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing & Project Assessment (HEATCO), or an expert opinion.

III. Prevailing legislation for ensuring safety at level crossings

Assessment

13. Domestic legal frameworks play a critical role in the design, operation and management of level crossings. They establish how and by whom level crossings are managed and used. The frameworks also determine the level of risk as set by decision makers. They do so by assigning a variety of standards and prerogatives whose implementation is needed to create a level crossing characterized by a certain level of safety. A more stringent design or more effective management – if required by domestic legislation – induces safer behaviour which in turn is expected to reduce the number of fatalities and injuries at level crossings. Finally, in the states which are Contracting Parties to the 1949 Convention on Road Traffic, 1949 Protocol on Road Signs and Signals, 1968 Convention on Road Traffic or 1968 Convention on Road Signs and Signals (all of which contain a number of level crossing safety provisions), domestic legislation must be in conformity with those international legal instruments.

14. Using a survey, the Group of Experts assessed prevailing national legislation and/or legal arrangements at level crossings in order to identify good practices as well as gaps in the national and international legal frameworks (in particular related to conventions on road traffic and on road signs and signals).

15. The survey shows that in about two-thirds of responding countries the national legislation assigns a joint – to both rail and road managers - legal responsibility for managing level crossings while in one-third responding countries a single body is responsible for safety at level crossings.

16. Domestic legislation also assigns clear responsibility for maintenance and safety at level crossings (80 per cent of survey respondents). In contrast, only one in five survey respondents indicated that their national legislation regulated the reimbursement of costs due to an accident at level crossings.

17. According to survey respondents, a typical domestic legislation calls for matching the type of a level crossing with the specific in-situ conditions (e.g. topography, traffic flows). While this is understandable, the Group of Experts noted that there are different requirements on protecting similar types of level crossings internationally.

18. In terms of use of traffic signs and signals as per the 1968 Convention on Road Signs and Signals, almost all responding countries reported using the traffic signs warning of the approach to a level crossing “with no gates” or “with gates” (signs A, 25, A, 26 a and A, 26 b of the Convention). Almost all (except three) survey respondents and Contracting Parties to the 1968 Convention use the St. Andrew’s cross or its alternative (signs A, 28 a, A, 28 b and A, 28 c) as required. It should be noted that the use of St. Andrew’s cross is mandatory at level crossings with no half gates or no gates (with minor exceptions). In addition, two respondents (not Contracting Parties) reported they do not use St. Andrew’s cross at all.

19. In addition to road signs, the road signals are also used to convey information to road users that traversing a level crossing is allowed, forbidden or that the signaling is out of order. While the red light signal is generally used to indicate danger (approaching trains), there are single or double lights allowed and specific features such as flashing or not, colour, intensity, duration are also stipulated. In some countries, white light signal is also used. These regulations show considerable differences between countries (Table 3). They are also largely allowed under the conventions on road traffic and on road signs and signals.

Table1
Signals used for allowing or forbidding traversing a level crossing

Country	Passage forbidden indication					Free passage indication			
	Constant red light	Flashing one red light	Flashing two red lights	Sound warning	Other	Constant white light	Flashing white light	No light (out of order)	Other
Belgium			X	X			X		
Belarus			X	X					X
Bulgaria			X	X			X	X	
Estonia	X		X	X			X	X	
France			X	X					
Georgia	X	X		X				X	
Germany	X	X		X					
Greece			X	X					
Hungary			X	X			X	X	
India					X				
Ireland			X	X					
Italy	X		X	X					
Lithuania			X	X		X	X		
Norway		X		X			X		
Poland		X		X			X		X
Portugal	X	X		X					
Republic of Moldova		X		X			X		
Romania			X	X			X	X	
Russian Federation			X	X					
Spain			X	X					
Sweden			X	X			X		
Switzerland		X	X	X					X
United Kingdom			X	X					

IV. Use of management techniques including risk management to prevent unsafe conditions at level crossings

Assessment

20. The Group of Experts assessed – by means of a survey – the different management techniques used in UNECE members and other selected countries aimed at improving safety performance at level crossings.

21. The Group found that when closure of level crossings or grade separation is not possible, countries apply widely the traditional approach to enhancing safety i.e. upgrading the type of protection. The priority of upgrade is often decided based on the accident history or on technical rail aspects and subject to availability of budget.

22. Countries also rely on general education and national awareness or segmented and targeted awareness campaigns for preventing unsafe conditions at level crossings.

Box 1 : Handling of risk at level crossings

As a result of a fatal accident at Elsenham level crossing, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland Network Rail adopted a major change to the way it handled a level crossing risk. The company created the position of a level crossing manager, who primarily has a safety role, but also manages minor maintenance and all the inspection of level crossings. Each level crossing manager is assigned a group of level crossings, and the inspections are used to highlight safety or maintenance issues that are found on these inspections. This has enabled the scope of risk to be well understood at all of Network Rail's approximately 6,000 level crossings. The level crossing managers are always consulted as stakeholders when changes to level crossings are planned. The result of creating the Level Crossing Manager positions is that significant improvements of safety of level crossings have been achieved, the risk profile is now better understood, and the users of level crossings have assurance that their interests are now taken into account.

23. Some countries, to enhance safety, (e.g. Portugal or United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland) have implemented risk management at level crossing as a management technique. Typically the risk management process consists of four phases : (i) physical examination, (ii) risk analysis, (iii) planning and implementation, and (iv) monitoring.

24. During the first phase all relevant data on each of level crossing are collected. There might be as many as 100 various types of data for each level crossing. In the second phase, the data are combined with railway operation parameters and evaluated from the risk perspective. This is usually done with specific software based on algorithms tailored to a country-specific situation. This phase produces an estimate of risk for an accident to occur and its potential consequences (measured as probability for an accident to happen during a calendar year and a fatality and weighted injury during a calendar year) for each level crossing. The risk estimation and potential consequence measurements allow to rank level crossings. In the third phase, studies are made to work out solutions for reducing risk usually applying cost/benefit analysis. The solutions are subsequently implemented subject to budgetary constraints. The solutions might be in the field of engineering, which may also be a closure or an upgrade of a level crossing, of education and training or some type of enforcement measures. In the last phase, the implementation of solutions is monitored.

25. These four phases constitute a cycle with a new cycle starting when the previous has been completed. The next cycle automatically shows how effective in terms of risk reduction were the measures that had been implemented in the previous cycle.

V. Use of enforcement to prevent unsafe conditions at level crossings

Assessment

26. The Group of Experts assessed - by conducting a survey - the use of enforcement by UNECE members and other selected countries to ensure safer level crossing for road users.

27. The survey shows that 18 of 24 responding countries carry out some enforcement activities vis-à-vis behavior of road users at level crossings and five countries (Estonia, Georgia, Norway, Spain and Sweden) do not.

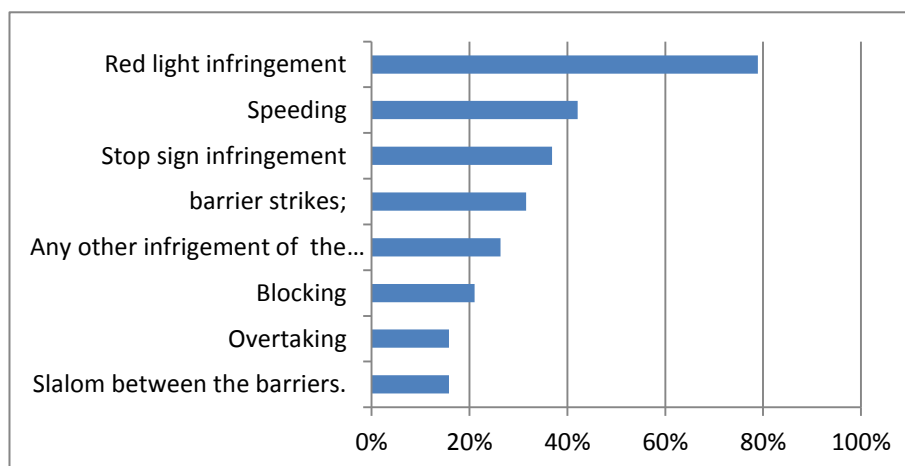
28. The enforcement activities are carried out according to legislation in force. All responding countries informed that they have domestic laws that relate to road user behaviour at level crossings. In particular, regulations covering motor vehicle drivers at public road level crossings exist in all countries. The regulations covering pedestrians at public level crossings exist in many but not all the responding countries. For example, this is not the case in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland where the applicable regulations do not apply to pedestrians, which creates a weakness for enforcing a proper use of level crossings by pedestrians.

29. Domestic legislation for private level crossings is found inconsistent and fragmented in countries where private level crossings exist (for example in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland). In some countries (for example in France and Spain) an agreement or a contract is signed between the railway company and the owner to govern the use of the level crossing.

30. The responding countries informed on the various types of violations which are enforced. The most enforced violation seems to be red light infringement followed by speeding at level crossings and not respecting the stop sign (Figure 5).

Figure 5

Types of violations enforced, UNECE countries and other selected countries



Source : UNECE secretariat survey, UNECE secretariat calculations.

Note : 100% means type of violation enforced by all responding countries applying enforcement.

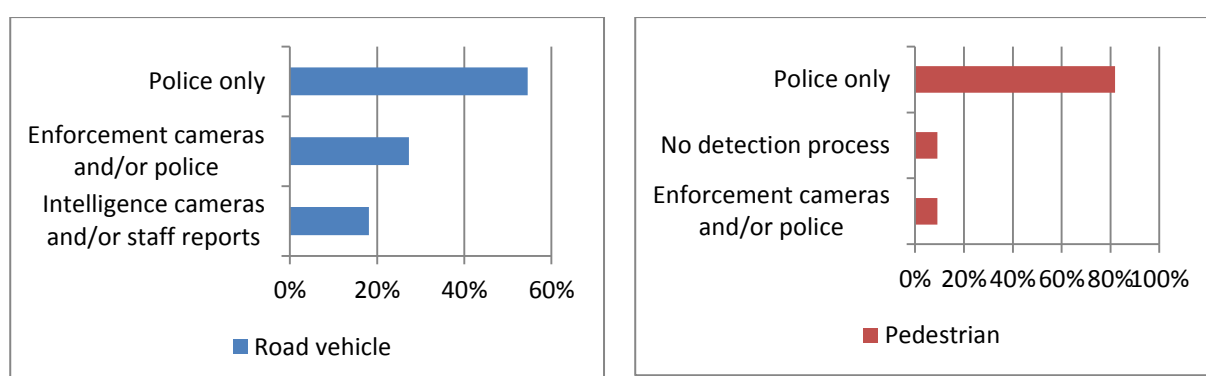
31. All responding countries stated that the police were responsible for enforcement of public road level crossings, with one country stating that the infrastructure owner also had some responsibility for enforcement on public road level crossings together with the police (the term 'police' included national, regional or railway police).

32. There is much more variation with regard to enforcement at private road level crossings. The infrastructure owner is expected to assume a greater level of responsibility for enforcement at private road level crossings compared to public road level crossings.

33. The prevailing enforcement method seems to be detection of violation by the police, based on responses received for both road vehicle violations as well as for pedestrian violations at public level crossings (Figure 6).

Figure 6

Detection methods at public level crossings, in per cent, UNECE countries and other selected countries

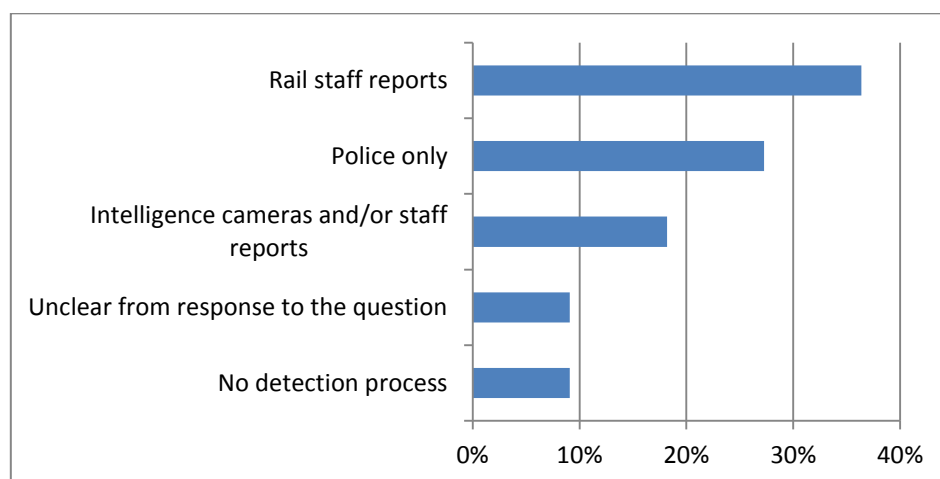


Source : UNECE sec survey, UNECE secretariat calculations.

34. For private level crossings, a relatively greater focus is placed on rail staff while some responding countries have no method of detecting violations (Figure 7)

Figure 7

Detection methods at private level crossings, in per cent, UNECE countries and other selected countries



Source : UNECE sec survey, UNECE secretariat calculations.

35. The responding countries informed that the detection of violations is a challenge. The use of police officers in enforcement activities is labour intensive, expensive and the police do not appear to attach a great priority to enforcing safe user behaviour at level crossings. Cost, resource constraints and other practicalities means that 24 hour, 7 days per week enforcement work could never be provided by the police. Detection of violations through the police is therefore only sporadic and dependent on resources and tasking commitments.

36. However, the development and use of technology to support enforcement is growing. For example, enforcement cameras are being introduced in some UNECE countries. However, even in those countries, cameras are only placed at a tiny proportion of level crossings. For example, in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, there are currently 16 mobile safety vehicles and 16 operational fixed enforcement cameras. This provides the potential to detect violations at 32 level crossings out of some 1,500 public road crossings (two per cent). In addition, the use of cameras is challenging in the context of data protection issues and the right to privacy, especially with surveillance in situ cameras. Placement of detection technology is often decided on the case by case basis. Typically, enforcement authorities decide to deploy detection technology at the level crossings that have had accident history or on a basis of a risk assessment or structured expert judgement.

37. While the detection technology can be prone to vandalism or theft, records show little vandalism or theft of devices placed in urban locations and installed at heights well above street levels.

38. In France, records show that detection technology has an impact on user behaviour and contributes to reducing violations at level crossings. The analysis done in France has shown that violations usually happen in the first four seconds from the moment the warning equipment is activated.

39. As for punitive measures, the most widely used punishment are fixed penalty charges (fines) and demerit points on driving permit or loss of it for road vehicle drivers. The most dangerous can lead to prison sentences in two countries (Hungary and United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland). Two countries use driver re-education programmes (Spain and United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland). Interestingly, the abuse of safety protocols at private crossings can lead to removal of access rights in France and Spain.

VI. Education for preventing unsafe conditions at level crossings provided in UNECE member countries and other selected countries

Assessment

40. The Group of Experts examined the use of education programmes by conducting a survey in UNECE members and other selected countries.

41. The responses show that in the majority of countries there are no education programmes developed to prevent unsafe conditions at level crossings. Only two countries (Hungary and Germany) informed about specific education programmes launched by rail operators.

42. In a number of countries there are level crossing safety awareness raising events, e.g. for school children (Russian Federation), for kindergarten children (Norway) or

children in general (Belgium). In some countries (Poland) information material especially for children is distributed to raise awareness about proper safety behavior at level crossings. Typically there are general campaigns in countries to sensitize about the dangers of level crossings to general public (Belgium, Germany, Portugal, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland) or dedicated events are organized on the occasions of the national awareness day (France, Lithuania).

43. In some countries (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland) user guidance is developed and updated to guide specific users (pedestrians, vehicle drivers, cyclist, horse riders) on the proper use of level crossings. In other countries (Switzerland), videos are produced to sensitize about level crossing dangers.

44. In one country (Ireland), the railway infrastructure manager is developing an educational strategy, concentrating on users of passive level crossings. For this purpose, crossings were visited, discussions were held with the crossings' users to understand what should be a targeted education programme. In some other countries (India), international partners were searched to develop education programme on safety of level crossings.

45. Turkey also reported that safety of level crossing is given attention during driver training for obtaining driving permits. Some others (e.g. Belgium) informed of media campaigns for professional truck drivers.

VII. Analysis of human factors to prevent unsafe conditions at level crossings

Assessment

46. Human factors is concerned with the application of what we know about people, their abilities, characteristics, and limitations to the design of equipment they use, environments in which they function, and jobs they perform¹¹. This discipline on human factors with a special focus on the (mis)behaviour of traffic participants at level crossings – vehicles as well as vulnerable road users – is of high importance. It provides an explanatory framework for the occurrence of accidents and subsequently identifies measures to increase safety at level crossings.

47. By conducting a survey, the Group of Experts assessed the attention, concerns and solutions of UNECE members and other selected countries in the area of human factor analysis.

48. The results of the survey show that all 22 responding countries recognize human factors as a main cause behind accidents at level crossings. Countries often refer to road users' error and lack of risk awareness.

49. Two-thirds of the responding countries informed that they have a range of solutions and/or creative and innovative countermeasures in place to solve the human-factors driven problems. These countries refer mainly to awareness campaigns, but also to established engineering and technological solutions such as level-crossings closures and installation of obstacle detection devices on trains or the presence of the police. Despite the fact that some of the countermeasures can be effective, they are often costly when applied to all level crossings and may not address human perception or attention issues. One-third of those responding informed of not possessing any solutions to handling human factor challenges at level crossings.

¹¹ According to the definition of 'Human Factors and Ergonomics Society'

50. A closer look into the solutions reveals that awareness campaigns are of general nature, are not level crossing specific and may not address specific causative human factors. The technical solutions have limited application due to financial inability to replace all level crossings with over- or underpasses or to install the state of art equipment to warn or detect the danger or to prevent from entering the level crossing when a train is approaching it. In other words, human factor challenges may be unique and often should be addressed by specific human factor countermeasures.

51. The outcomes of accident investigation reports of (independent) accident investigation bodies of several member countries show that most of these reports rather focus on technical, procedural and legal areas. Items in such investigation templates concerning underlying causes on the side of the road user are lacking, therefore oversimplifications of causalities and human error are frequent.

Box 2 : Perception of waiting time at level crossings by various users

The UK Network Rail reviewed, by commissioning a human factor study, the public's perception of warning time at "Miniature Stop Light" crossings and other crossings. The study was not able to come to any meaningful conclusion as to the maximum warning time that would be tolerated by the public, but it did confirm that the patience of those interviewed varied considerably. The overall conclusion was that warning time should be minimised so as to match the expectation of the public.

52. Within the UNECE members few studies on human factors in the field of level crossing safety are known. Austria (ÖBB-Infra), England (RSSB), Finland (VTT), Germany (DLR) and Israel (Cognito) have proven to establish knowledge and experience in this field. Nevertheless, the wide majority of respondents informed that neither do they possess nor currently conduct any research studies or in depth evaluations on human factors as causative factors in level crossing accidents.

VIII. Level crossing infrastructure and technology to prevent unsafe conditions at level crossings

Assessment

53. The Group of Experts reviewed – by conducting a survey – the areas of level crossing infrastructure and technology in UNECE members and other selected countries.

54. The responses to the survey show that the warning lights, half and/or full gates (barriers) are commonly used at active level crossings. Responding countries also use, though to a lower degree, LED lighting, rumble stripes and second train warnings. They also use other arrangements such as specific design features for pedestrians and cyclists (zigzag systems or small barriers in Belgium).

55. The responding countries also use technologies to detect trains such as track circuit, axle counters, mechanical or electronic treadles. There are also systems in place to provide indication of rail track clearance. Countries use central train control systems and/or intermittent train control systems. There are also systems, based on magnetic sensors built in the road, to alert road vehicle users about approaching a level crossing. GPS technology has been used for improved information on train positions and communications to train and motor vehicle drivers.

56. New types of audible warnings, gates (barriers) and gate (barrier) machines and improvements to the materials used to pave surfaces and innovations to aid installation and maintenance have also realized greater efficiencies.

57. There is also technology to specifically assist pedestrians using level crossings. It is largely confined to infrastructure based train detection systems providing an audible or visual warning at footpath crossings. Some countries separate pedestrians from motor vehicles by providing separate gates (barriers) and walkways to traverse the crossing. The use of lighting to mark paths and walkways is also common.

58. However, with funding limited and the consequences of an accident with a pedestrian being borne solely by the pedestrian, technology development has been largely focused on level crossings and solutions where the consequence of an accident and the possibility of derailing a train due to conflict with a vehicle, is greatest. Therefore, the numbers of crossings with no technology at all is high. This includes locations where trains frequently travel up to 160 km/h and sometimes at locations with trains reaching speeds of 200 km/h. This includes crossings that are used by the most vulnerable groups in society such as children or the elderly and in all types of weather and light conditions where the burden of making the decision of when it is safe to cross is theirs.

59. In addition, there are also technical enforcement systems in use installed at active level crossings. Some of them provide intelligence only and are not used directly for enforcement. In this case, they are used by infrastructure managers and police to identify problem locations prior to deploying police officers or dedicated enforcement cameras. Some use motion sensors to commence recording while some are on continuous recording loops.

60. Also, there are other dedicated enforcement systems that are to provide still or moving image of the infringement making it unlikely that the enforcement action will be challenged by a third party. These systems activate themselves when a train approaches level crossing and may use one of different solutions for detecting violation, e.g. radar, ground induction loops, video analytics or motion sensors.
