

CONTRE-MESURES D'INFRASTRUCTURE DES PASSAGES À NIVEAU

K Hall, A Arvanitakis, K Beer & A Kenos
VicRoads, Australie
ken.hall@roads.vic.gov.au

RÉSUMÉ

Les collisions entre les trains et les véhicules routiers, quoique rares, avoir des conséquences catastrophiques. En particulier, là où les routes à grande vitesse croisent des lignes ferroviaires, il pourrait se produire des accidents tragiques comme celui qui a causé la mort de 11 personnes le 5 juin 2007 à Kerang, dans l'État de Victoria, en Australie.

Victoria compte environ 2000 passages à niveau dont plus de la moitié sont contrôlés par des panneaux « Stop » ou « Cédez le passage ». Le coût de la mise à niveau tous les passages à niveau (contrôle actif avec barrières et feux clignotants) est supérieur à 300 millions de dollars australiens (AUD). Des méthodes rentables sont par conséquent nécessaires pour réduire les risques d'accidents aux passages à niveau.

Les autorités routières et ferroviaires du Victoria sont en train de tester et d'étudier divers traitements de passage à niveau, y compris des solutions STI.

Au cours de ces dernières années, les traitements qui ont été installés sur les voies de raccordement des passages à niveau comprennent des limitations de vitesse, des bandes rugueuses pour s'assurer que les conducteurs sont vigilants, ainsi que des panneaux d'avertissement actif (en particulier sur les routes utilisées par de nombreux véhicules lourds).

Des études sont en cours pour déterminer la faisabilité et la rentabilité de traitements aussi divers que les contre-mesures perceptuelles destinées à modifier le comportement des usagers de la route, l'éclairage des croisements ruraux, les dispositifs d'avertissement actif et la technologie d'intrusion radio (radio break-in)..

1. INTRODUCTION

Les collisions entre les trains et les véhicules routiers, quoique rares, peuvent avoir des conséquences catastrophiques. En particulier, là où les routes à grande vitesse croisent des lignes ferroviaires, il pourrait se produire des accidents tragiques comme celui qui a causé la mort de 11 personnes le 5 juin 2007 à Kerang, dans l'État de Victoria, en Australie.

Les autorités routières et ferroviaires du Victoria sont en train de tester et d'étudier divers traitements de passage à niveau, y compris des solutions STI, destinés à réduire la probabilité d'accidents, en particulier ceux qui sont susceptibles d'avoir des conséquences très graves.

2. CONTEXTE

L'État de Victoria, en Australie, a un système ferroviaire qui comporte un grand nombre de passages à niveau routiers. Un passage à niveau routier est un endroit où une route croise des voies ferrées au niveau du sol.

Le Victoria compte actuellement près de 2000 passages à niveau sur des lignes ferroviaires actives. Les types de contrôle aux points de passage varient : environ 20% ont des feux clignotants, des sonneries et des barrières, 20% ont des feux clignotants et des sonneries sans barrières et le reste ont des panneaux de contrôle passif (Cédez le passage ou Stop). On estime le coût de la mise à niveau tous les passages à niveau (contrôle actif avec barrières et feux clignotants) à plus de 300 millions de dollars australiens.

Bien que le nombre d'accidents aux passages à niveau dans le Victoria ait diminué de façon spectaculaire depuis les années 1950, il s'est plus ou moins stabilisé ces dernières années (Voir les figures 1 et 2). En outre, la collision de Kerang en 2007 entre un camion et un train de voyageurs dans laquelle 11 personnes ont péri, a souligné les risques d'accidents à conséquences graves aux passages à niveau.

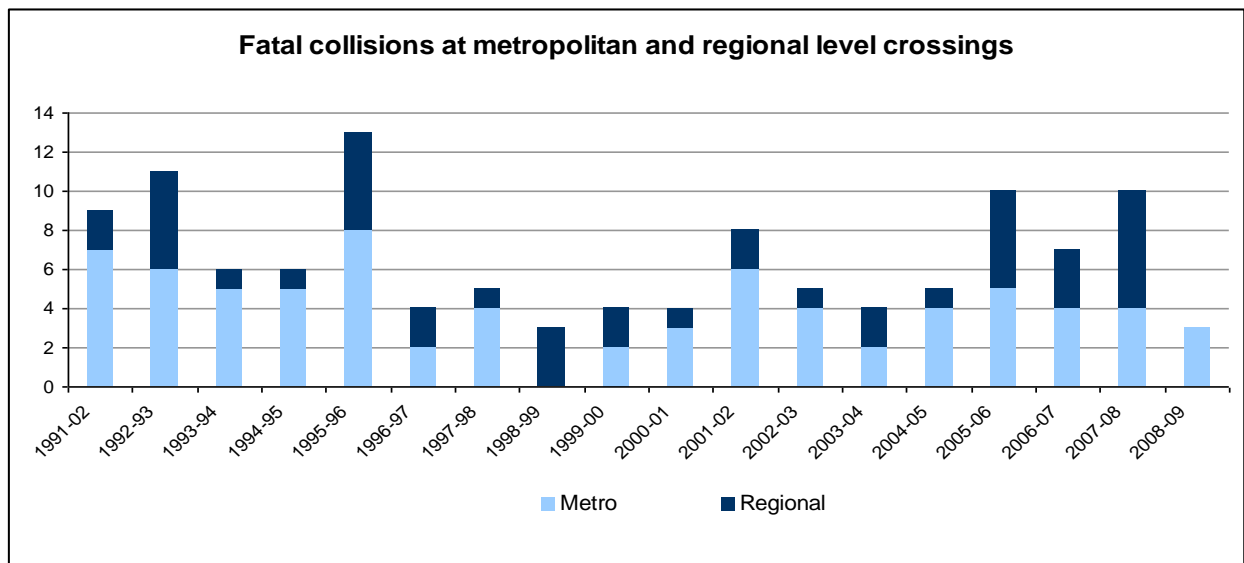


Figure 1 - Collisions mortelles aux passages à niveau du Victoria [1]

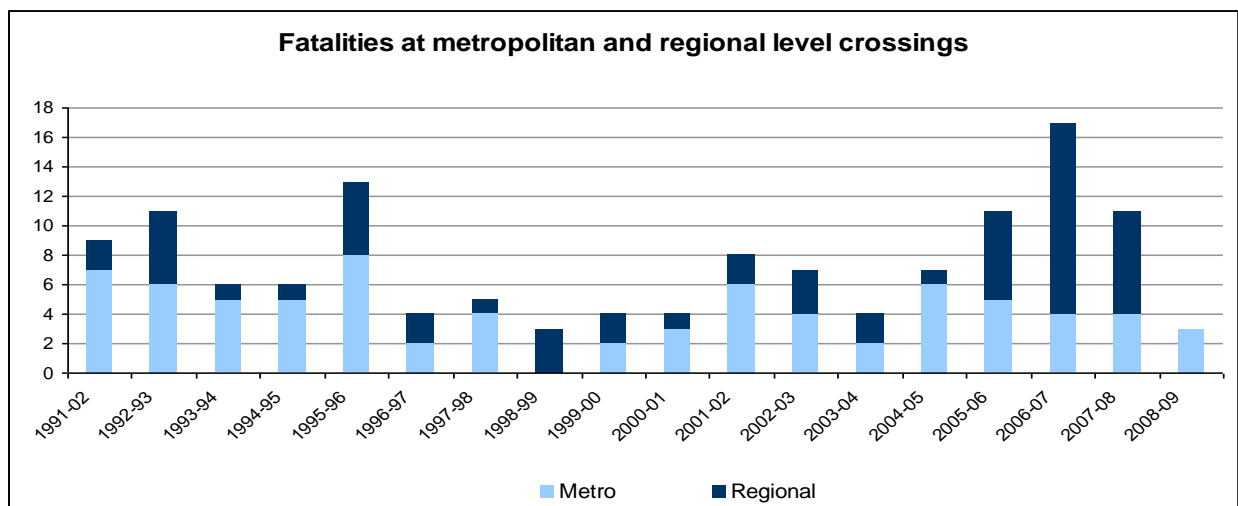


Figure 2 - Collisions mortelles aux passages à niveau du Victoria [1]

On a fait valoir que ce risque d'accidents à conséquences graves a augmenté en raison de l'augmentation du nombre et de la masse des véhicules lourds sur les routes à mesure que le volume de fret augmentait. En outre, on utilise de plus en plus des rames automotrices Diesel (Diesel Multiple Unit ou DMU), qui roulent à de plus grandes vitesses et qui, du fait qu'elles sont de construction plus légère, rendent leurs passagers plus vulnérables dans une collision que les passagers qui voyagent dans un train tracté par une locomotive.

3. STRATÉGIE DES PASSAGES À NIVEAU

Ces dernières années, des stratégies ont été élaborées et un certain nombre d'enquêtes ont été menées. Ces stratégies, ainsi que d'autres propositions provenant de diverses sources, ont mené à la mise en œuvre, la mise à l'essai ou l'examen de toute une gamme de traitements de l'infrastructure destinés à améliorer la sécurité aux passages à niveau. Ces stratégies comprennent notamment :

3.1 Le train de mesures de Kerang

Après le crash de Kerang, un train de mesures d'un coût total de 33 millions de dollars australiens a été mis en œuvre qui comprenait les éléments d'infrastructure suivants :

- Installation de bandes rugueuses sur les voies de raccordement de 200 passages à niveau sur routes bitumées qui étaient contrôlés auparavant par des panneaux Stop ou Cédez le passage ;
- Travaux destinés à améliorer la distance de visibilité aux passages à niveau, en particulier aux passages contrôlés par des panneaux Stop ou Cédez le passage ; et
- Installation de panneaux d'avertissement précoce automatisé (Automated Advance Warning Signs ou AAWSs) sur les voies de raccordement de 53 passages à niveau situés sur des grandes routes dans les régions non métropolitaines. Les AAWS sont des feux clignotants qui se déclenchent quelques secondes avant les feux clignotants du passage à niveau. Cela signifie que les automobilistes pourront toujours s'arrêter au passage à niveau sans devoir traverser s'ils se sont déjà engagés sur le croisement lorsque les feux se mettent à clignoter.

3.2 *Towards Zero* (Vers Zéro)

Une stratégie visant à améliorer la sécurité aux passages à niveau au Victoria appelée *Towards Zero* [2] a été élaborée par le gouvernement du Victoria. Les actions de cette stratégie portant sur l'infrastructure comprenaient notamment :

- La poursuite d'un programme d'amélioration des passages à niveau consistant à remplacer les panneaux Stop et Cédez le passage par des feux clignotants et des barrières;
- Un programme visant à installer des barrières à des endroits actuellement contrôlés par des feux clignotants uniquement;
- Un programme visant à améliorer la distance de visibilité et la signalisation aux passages à niveau, en particulier aux passages contrôlés par des panneaux Stop ou Cédez le passage ;
- La réduction des limites de vitesse à un maximum de 80 kilomètres par heure à tous les passages à niveau sur les routes bitumées utilisées par des trains de voyageurs ou des services d'autobus réguliers ;
- La recherche et le développement dans le domaine des technologies nouvelles, y compris les stratégies innovantes véhicule-véhicule et véhicules-technologies de l'infrastructure, les systèmes GPS, la communication réservée de courte portée (Dedicated Short Range Communication ou DSRC), l'activation sans fil dans les

environnements véhiculaires (Wireless Activation in Vehicular Environments ou WAVE), les dispositifs de signalisation de remplacement peu coûteux pour les passages à niveau à faible trafic ou les passages à niveaux lointains, ainsi que l'utilisation éventuelle de feux de signalisation routiers aux passages à niveau au lieu des feux clignotants actuels.

3.3 Enquête des Comités parlementaires pour la sécurité routière

Dans l'État de Victoria, les comités parlementaires pour la sécurité routière (Parliamentary Road Safety Committees ou PRSC) sont des comités de parlementaires de tous les partis (membres du gouvernement et autres) qui se réunissent, reçoivent des propositions des parties prenantes et des parties intéressées et font rapport sur des questions particulières de sécurité routière. Le rapport du Comité formule des recommandations sur les actions qui pourraient être prises pour résoudre le problème et le gouvernement fait un ensemble donne une réponse au nom de l'ensemble du gouvernement qui accepte, rejette ou accepte en principe les recommandations. En 2009, ce Comité a fait une enquête sur la sécurité au niveau des passages à niveau [3].

Dans sa réponse aux recommandations du Comité, le gouvernement de l'époque a indiqué qu'il :

- Réduirait la vitesse à 80 kilomètres par heure sur les voies de raccordement des passages à niveau sur toutes les routes rurales bitumées ;
- Étudierait l'efficacité probable d'un certain nombre de traitements à faible coût de l'infrastructure ;
- Poursuivant l'examen des solutions offertes par les Systèmes de transport intelligents (Intelligent Transport System ou STI).

3.4 Évaluation des traitements

Les évaluations des différents traitements sont une partie importante de l'approche de la question de la sécurité des passages à niveau du Victoria. Le nombre d'accidents aux passages à niveau est trop petit pour permettre de réaliser des études « avant » et « après » de l'évolution du nombre d'accidents aux passages à niveau après la mise en œuvre ou la mise à l'essai d'un traitement de l'infrastructure. Cependant, beaucoup de traitements mis à l'essai ont fait l'objet d'études d'évaluation visant à déterminer l'évolution du comportement des automobilistes, par exemple leur vitesse moyenne de déplacement, qui pourrait indiquer une réduction du potentiel d'accidents.

4. ACTIONS RÉCENTES

4.1 Enquêtes ALCAM

Des enquêtes ont été menées pour enregistrer l'état de l'infrastructure à tous les passages à niveau du Victoria, y compris des détails comme la conformité des distances de visibilité et de la signalisation aux normes actuelles. Les données collectées sont utilisées de deux façons. Premièrement, elles sont communiquées aux parties intéressées des systèmes routier et ferroviaire pour leur permettre d'élaborer des programmes destinés à remédier aux défaillances éventuelles. Deuxièmement, les données sont utilisées dans le modèle d'évaluation des passages à niveau australiens (Australian Level Crossing Assessment Model ou ALCAM) qui estime le risque relatif d'accidents aux passages à niveau en vue de faciliter l'établissement des priorités en matière de travaux de mise à niveau.

4.2 Améliorations de la distance de visibilité et de la signalisation

Les résultats de l'enquête ALCAM ont été utilisés par les autorités routières et ferroviaires pour élaborer des programmes et établir les priorités des travaux destinés à remédier aux problèmes de distance de visibilité et de signalisation identifiés.

4.3 Réduction des limitations de vitesse (Voir Figure 3)

Les limitations de vitesse ont été réduites à un maximum de 80 km/h aux passages à niveau sur les routes artérielles rurales (environ 75 localités). En général, la limite de vitesse sur ces routes est de 100 km/h. La limitation de vitesse réduite commence à 400 mètres du passage à niveau et continue sur 100 mètres après le croisement. Il est prévu de réaliser une évaluation « avant » et « après » de ce type de réduction de la limitation de vitesse dans un proche avenir et on a également proposé d'étendre ces réductions de la limitation de vitesse aux routes bitumées locales. Des enquêtes sur la vitesse ont été réalisées dans un autre but à un passage à niveau avant et après la réduction de la limitation de vitesse de 100 km/h à 80 km/h au passage à niveau. Ce passage à niveau en question a bénéficié d'autres traitements, outre la réduction de la limitation de vitesse, mais les enquêtes ont indiqué une réduction importante de la vitesse moyenne, bien que celle-ci soit toujours nettement supérieure à 80 km/h.



Figure 3 - Panneaux de limitation de vitesse et de bandes rugueuses

4.4 Panneaux d'avertissement précoce actif automatisé (Voir Figure 4)

Selon la norme australienne pour les passages à niveau, les panneaux d'avertissement précoce automatisé (Automated Advance Warning Signs ou AAWS) devraient être installés aux endroits où la distance de visibilité d'arrêt est inférieure à la norme recommandée. Dans ces cas, des AAWS avertissent les automobilistes qu'ils s'approchent d'un passage à niveau et indiquent si un train est présent sur la voie ferrée avant que le passage à niveau soit visible.

Des AAWS ont également été installés à 53 endroits sur les routes contrôlées par des feux clignotants ou des feux clignotants et des barrières où la distance de visibilité d'arrêt du passage à niveau satisfaisait à la norme australienne. Le but de ces installations était de fournir aux automobilistes, en particulier les véhicules lourds, un avertissement précoce supplémentaire de la nécessité de s'arrêter à un passage à niveau et de leur permettre de

s'arrêter, sans jamais devoir traverser le croisement quelques secondes après que les feux clignotants aient commencé à clignoter.

Deux études ont été réalisées concernant les AAWS. La première étude comparait le comportement des conducteurs, tel que mesuré par la vitesse des véhicules, à deux endroits contrôlés par des feux clignotants et des barrières, dont l'un était signalé par des AAWS et l'autre ne l'était pas. La seconde étude effectuait une analyse « avant - après » de la vitesse des véhicules à un endroit où des AAWS avaient été installés.

Les résultats de la première étude (Green, Mars 2009) [4] n'étaient pas statistiquement significatifs en raison des faibles volumes de véhicules mais donnaient à penser que la vitesse des véhicules diminuait lorsque des AAWS étaient présents. La deuxième étude (Green, Février 2010) [5] se limitait à un seul endroit du fait que des barrières avaient été installées à tous les autres endroits en même temps que les AAWS et que l'étude n'aurait pas pu séparer les effets de chaque traitement. Une fois de plus, dans ce cas, les volumes de véhicules avaient été très faibles et il n'avait pas été possible d'obtenir des résultats concluants.

Le coût de l'installation d'AAWS est important et, comme ces deux études n'ont pas démontré de changements importants dans le comportement, il est difficile de justifier une extension complémentaire de l'utilisation d'AAWS aux endroits où la distance de visibilité est suffisante, bien qu'on puisse s'attendre à ce qu'ils fournissent un avertissement supplémentaire aux automobilistes. Les AAWS ne sont actuellement installés qu'aux endroits où un passage à niveau est en cours de modernisation par l'installation de contrôles actifs, et où la distance de visibilité d'arrêt sur la voie de raccordement du passage à niveau ne satisfait pas aux normes applicables.



Figure 4 – Panneaux d'avertissement précoce automatisé

4.5 Bandes rugueuses (Voir Figure 5)

Des bandes rugueuses ont été installées aux passages à niveau contrôlés par des panneaux Stop ou Cédez le passage sur des routes bitumées rurales à grande vitesse (80 km/h ou plus). Trois ensembles de bandes rugueuses ont été installés sur la voie de raccordement de passage à niveau peu avant l'emplacement des panneaux annonçant le passage à niveau. La première bande rugueuse a été installée entre 400 et 350 mètres du

passage à niveau et la dernière entre 270 et 210 mètres du passage à niveau. L'objectif est de s'assurer que les conducteurs sont vigilants lorsqu'ils s'approchent des panneaux qui les avertissent du passage à niveau proche. Une étude « avant et après » (Hore-Lacy, 2008) [6] a été réalisée sur les vitesses à 50, 200 et 500 mètres du passage à niveau. Cette étude a révélé qu'il y avait eu une réduction faible (de l'ordre de 3-6 km/h) mais statistiquement significative de la vitesse des véhicules à tous les points de mesure après l'installation de bandes rugueuses. Cette étude semblait également indiquer une augmentation de la vigilance des conducteurs, comme en témoignait le freinage précoce des véhicules dans les endroits où des bandes rugueuses avaient été installées. Cette évolution du comportement des conducteurs donne à penser que la vigilance du conducteur s'est accrue.



Figure 5 – Bandes rugueuses

4.6 Installation de contrôles actifs

Un programme continu de conversion des passages à contrôles passifs à des contrôles actifs est en place. Depuis 2008, toutes les améliorations ont inclus des barrières et des feux clignotants. Au cours des trois exercices financiers jusqu'au 30 juin 2010, environ 60 passages à niveau ont améliorés par l'installation de contrôles actifs.

4.7 Installation de barrières

La stratégie *Towards Zero* a indiqué qu'un programme serait mis en place pour réduire la probabilité d'accidents à conséquences graves qui comprendrait l'installation de barrières aux passages à niveau sur les lignes à volume élevé de trains de voyageurs actuellement contrôlées par des feux clignotants uniquement. Globalement, au cours des trois exercices financiers jusqu'au 30 juin 2010, si l'on inclut l'installation de barrières dans le cadre du programme AAWS, dont il a été question plus haut, des barrières ont été installés à environ 100 passages à niveau qui étaient contrôlés auparavant par des feux clignotants uniquement.

4.8 Liaison des signaux

Dans les zones métropolitaines, un des risques majeurs d'accident est la constitution de files de véhicules depuis un croisement routier proche jusqu'à un passage à niveau. La liaison électronique entre les signaux du croisement routier et les signaux du passage à niveau permet à la file d'attente de se dissiper lorsque les signaux ferroviaires sont activés

lorsqu'un train approche. L'enquête ALCAM a identifié des endroits où les files d'attente tendaient à se prolonger jusque sur la voie ferrée, et on a donné la priorité aux endroits situés sur des routes artérielles sans liaison – six de ces endroits ont été traités au cours de ces dernières années.

4.9 Sauts de mouton et fermetures de passages à niveau

En plus des traitements à faible coût, un saut de mouton a été installé en 2009/10 sur une grande artère métropolitaine à un endroit qui avait enregistré le plus grand nombre d'accidents évités de justesse. D'autres sauts de mouton ont été proposés. En général, bien que le risque de collisions entre les trains et les véhicules routiers soit éliminé par les sauts de mouton, la justification de ces traitements repose principalement sur la réduction de la congestion. La possibilité d'éliminer les passages à niveau en fermant la route retient l'attention du programme du Victoria. Bien que la fermeture de routes puisse être difficile à réaliser à cause des problèmes d'accès des propriétaires des terres voisines, ces dernières années un certain nombre de passages à niveau ont été éliminés de cette manière.

5. INITIATIVES RÉCENTES

5.1 Examen des mesures d'infrastructure à faible coût

La réponse du gouvernement aux recommandations du PRSC a indiqué que des enquêtes seraient menées sur le potentiel des mesures d'infrastructure à faible coût énumérées ci-dessous :

- Marquage jaune de la chaussée sur les passages à niveau ;
- Contre-mesures perceptuelles, comme le marquage de lignes, destinées à ralentir les véhicules à l'approche des passages à niveau ;
- Stimulus tactiles, y compris les dos d'âne, le marquage en couleur de la chaussée et les changements de texture de la surface de la chaussée à l'approche des passages à niveau ;
- Lumières à énergie solaire pour améliorer la visibilité des passages à niveau à contrôles passifs ;
- Dispositifs d'avertissement à faible coût.

En outre, le gouvernement a appuyé les recommandations du PRSC concernant:

- L'évaluation des caméras de surveillance de la circulation routière comme contre-mesure viable de gestion de la sécurité aux passages niveau là où d'autres contre-mesures ne sont pas jugées appropriées.
- La poursuite du développement de l'infrastructure des systèmes de transport intelligents (STI).

À ce stade, les enquêtes suivantes ont été entreprises.

5.2 Les marquages jaunes (Yellow Box Markings ou YBM)

Une première étude a indiqué que les marquages jaunes étaient efficaces à certains endroits et pas à d'autres. Une autre étude a étudié les circonstances dans lesquelles les marquages jaunes étaient efficaces et a constaté que leur efficacité était plus probable dans les conditions suivantes:

- Le côté de départ du passage à niveau est visible (c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas de crête sur la route qui limite la visibilité du côté de départ du passage) ;
- La largeur du passage à niveau n'est pas trop grande;

- Les barrières ne sont généralement pas abaissées longtemps avant l'arrivée du train ;
- Une zone d'échappement est prévue du côté de départ ;
- Il y a un grand nombre de trains par heure.

En outre, les marquages jaunes ont une plus grande chance d'avoir un impact plus important s'il y a régulièrement des files d'attente à cet endroit.

5.3 Autres mesures à faible coût

Il existe un nombre important d'études qui ont été entreprises sur l'utilisation, à des fins de sécurité routière, de dispositifs à faible coût tels que les contre-mesures perceptuelles et les stimulus tactiles. En général, ces études indiquent que l'utilisation de ces dispositifs produit des réductions mineures de vitesse du trafic routier. Une évaluation de bureau électronique est actuellement en cours pour déterminer si ces dispositifs seront rentables aux passages à niveau et si leur utilisation produirait des avantages qui ne sont pas obtenus actuellement par les bandes rugueuses actuellement installées au passages à niveau à contrôles passifs. Une évaluation similaire est en cours pour déterminer si l'utilisation de lampes à énergie solaire fournira les prestations des avantages qui ne sont pas obtenus actuellement par l'infrastructure ferroviaire existante.

Les dispositifs d'avertissement à faible coût sont des dispositifs qui avertissent les automobilistes de l'approche d'un train au moyen d'une technologie qui est beaucoup moins coûteuse que les systèmes traditionnels de passage à niveau. D'habitude, le faible coût résulte de l'utilisation de technologies de détection des trains qui sont moins coûteuses que les systèmes traditionnels de signalisation ferroviaire (comme le radar ou les détecteurs de véhicules pour détecter les trains) mais qui ne peuvent être considérées comme « infaillibles » au sens traditionnel du terme. Des essais limités d'un tel dispositif à faible coût ont été effectués ces dernières années et des essais plus complets sont proposés actuellement.

5.4 Caméras de surveillance

Un essai a également été mené par le ministère de la Justice du Victoria en vue d'évaluer la capacité technique des appareils de contrôle automatique pour enregistrer les violations en matière de feux rouges, d'excès de vitesse et de files d'attente sur les voies ferrées aux passages à niveau. Cet essai a confirmé la possibilité d'utiliser des caméras pour faire appliquer les lois en matière de feux rouges et d'excès de vitesse et ces caméras sont maintenant utilisées à un seul endroit. Il a été déterminé que pour empêcher les files d'attente sur les voies ferrées des preuves vidéo des violations étaient nécessaires. La faisabilité technique et pratique de cette enquête est actuellement à l'étude.

5.5 Feux de circulation aux passages à niveau

L'utilisation éventuelle de feux de circulation plutôt que des feux clignotants traditionnels aux passages à niveau a été étudiée à l'aide du simulateur de conduite du Monash University Accident Research Centre (MUARC). On pensait que les conducteurs seraient être plus susceptibles de s'arrêter à des feux de signalisation mais l'étude de simulation (Lenne, Rudin-Brown, Navarro, Edquist, Trotter, Tomasevic, 2009) [7] n'a pas indiqué que ce serait le cas.

5.6 Intrusion radio

Des systèmes d'intrusion radio sont utilisés pour diffuser des messages aux véhicules locaux pour les avertir de dangers, de l'approche de véhicules d'urgence ou de l'approche de locomotives aux passages à niveau. Au moyen de cette technologie, un émetteur radio

est monté sur un véhicule ou une locomotive, ou à l'infrastructure routière, comme un passage à niveau et émet un signal local. Les récepteurs sont connectés à la chaîne audio de véhicules et le message d'avertissement est passé sur la chaîne audio, que le système soit allumé ou non, ou réglé sur la radio, le lecteur de CD ou MP3. Des dispositifs spécialisés de la technologie des GPS peuvent également être installés sur les locomotives pour améliorer la solution technologique globale.

Au départ, deux entreprises ont été invitées à procéder à des études de faisabilité de trois mois et l'une de ces entreprises a été choisie pour passer à la phase de validation du principe (Proof-of-Concept) du projet. La phase de validation du principe qui est actuellement en cours comprend la construction de prototypes avec des tests, des essais et des études des facteurs humains. Des essais réels sont prévus dans le cadre de cette phase.

La mise en œuvre de la technologie de l'intrusion radio dans l'ensemble du parc de véhicules lourds ou dans tous les véhicules serait un projet majeur qui nécessiterait un financement important. Sur la base de l'étude de faisabilité et des résultats de la validation du principe, VicRoads préparera une analyse de rentabilisation en vue d'un financement public.

6. RÉSUMÉ

Les autorités routières et ferroviaires du Victoria sont en train de tester et d'étudier divers traitements de passage à niveau, y compris des solutions STI, destinés à réduire la probabilité de collisions entre des trains et des véhicules routiers.

Au cours de ces dernières années, les traitements qui ont été installés sur les voies de raccordement des passages à niveau comprennent des réductions des limitations de vitesse, des bandes rugueuses pour s'assurer que les conducteurs sont vigilants, ainsi que des panneaux d'avertissement précoce actif (en particulier sur les routes utilisées par de nombreux véhicules lourds). Dans de nombreux cas, les évaluations ont été effectuées pour étudier l'efficacité des traitements. Bien que le faible nombre d'accidents signifie qu'il n'est pas possible de comparer les statistiques d'accidents survenus avant et après l'installation des traitements, d'autres mesures telles que la vitesse des véhicules routiers ont été évaluées comme indicateurs de l'impact probable de ces traitements.

Des études sont en cours pour déterminer la faisabilité et la rentabilité de traitements aussi divers que les contre-mesures perceptuelles destinées à modifier le comportement des usagers de la route, l'éclairage des croisements ruraux, les dispositifs d'avertissement actif à faible coût et la technologie d'intrusion radio (radio break-in).

RÉFÉRENCES

1. Victorian Auditor – General's Report, Management of Risks at Level Crossings (March 2010), Figures 3C & 3D (Data provided by Public Transport Safety Victoria)
2. Towards Zero Victorian Crossing Safety Steering Committee (November 2009)
3. Parliamentary Road Safety Committee Inquiry into Improving Safety at Level Crossings (December 2008)
4. Green D. (March 2009), Evaluation of Active Advance Warning Signs (AAWS) using existing installations, ARRB Group for VicRoads on behalf of Victorian Railway Level Crossing Safety Steering Committee
5. Green D. (February 2010), Before and after evaluation of active advance warning signs (AAWS) installed at the Cressy railway level crossing, ARRB Group for VicRoads on behalf of Victorian Railway Level Crossing Safety Steering Committee
6. Hore-Lacy W. (2008), Rumble strip effectiveness at rural intersections and railway level crossings, ARRB Group for VicRoads
7. Lenne M. G., Rudin-Brown C. M., Navarro J., Edquist J., Trotter M. and Tomasevic N. (August 2009), Driver behaviour in response to flashing red lights versus traffic signals at railway level crossings, Monash University Research Centre