

DIRECTIVES DE MEILLEURES PRATIQUES EN MATIÈRE D'INSPECTION DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

C. STEFAN

Unité – Économie de la sécurité routière, Conseil de Sécurité Routière autrichien (KfV),
Autriche

CHRISTIAN.STEFAN@KFV.AT

R. ELVIK

Institut d'économie des transports, Centre norvégien de recherche sur les transports,
Norvège

Re@toi.no

1. INTRODUCTION

La Commission européenne a annoncé, dans son livre blanc sur la future politique européenne des transports à l'horizon 2010, [Commission européenne 2001], puis dans sa communication du 2 juin 2003 sur un programme d'action européen pour la sécurité routière [Commission européenne 2003], la mise en œuvre de mesures concrètes sur la sécurité de l'infrastructure routière. Afin d'atteindre l'objectif qu'elle s'était fixé de réduire de moitié (en passant de plus de 50 000 en 2001 à 25 000) le nombre de tués sur les routes européennes d'ici à 2010, plusieurs instruments touchant à la sécurité de l'infrastructure routière ont été proposés : évaluation des incidences sur la sécurité routière, audits de la sécurité routière, gestion de la sécurité du réseau (gestion des points noirs et analyse de la sécurité du réseau) et inspections de sécurité routière (ISR) garantissent que la sécurité est intégrée à toutes les phases de planification des routes, de conception et d'exploitation de la voirie. La présente communication limite son propos à l'Inspection de sécurité routière et expose des exemples et des expériences (meilleure pratique) d'États européens où cet outil a été introduit il y a plusieurs années.

Dans les pays étudiés, l'Inspection de sécurité routière est considérée comme un instrument d'amélioration de la sécurité de la voirie sur le réseau routier existant. Bien que les définitions (ce que l'ISR est ou devrait être en réalité) et la méthodologie diffèrent sensiblement, cette approche constitue néanmoins une base commune pour un travail plus approfondi au niveau international.

La tâche 5.2 du projet de recherche spécifique ciblé (STREP) RIPCORDER-ISEREST énonce l'accord auquel sont parvenus les États participants ; selon les termes de ce dernier, l'ISR doit procéder à l'inspection et à la suppression des carences sécuritaires de sites ne présentant pas de statistiques élevées d'accidents et ces inspections devront intervenir de façon périodique sur l'ensemble du réseau routier. L'objectif des inspections de la sécurité routière est d'améliorer les normes de sécurité de circulation sur les routes existantes en identifiant et en éliminant les éléments présentant un caractère dangereux, les défauts et les insuffisances le long des routes susceptibles de causer des accidents graves et/ou mortels. Ceci est majoritairement obtenu en tirant parti d'une expérience et d'une connaissance avérées de la conception de l'infrastructure routière, d'un environnement routier et d'une exploitation de la circulation sûrs ainsi que des connaissances dont nous disposons sur l'effet des mesures de sécurité routière. Comme nous l'avons dit, la pratique actuelle de l'ISR varie sur de nombreux points selon le pays européen considéré. Il existe donc un besoin d'identifier sinon les meilleures pratiques, du moins les bonnes pratiques en matière d'inspections de la sécurité routière.

2. PROBLÈME SPATIAL DES INSPECTIONS DE SÉCURITÉ ET REMÈDES POSSIBLES

L'idée de base de l'Inspection de sécurité routière (telle qu'elle est formulée au chapitre 1) est de contrôler à intervalles réguliers l'absence de défauts du réseau routier existant (c.-à-d. les autoroutes, les voies urbaines et les routes de rase campagne, etc.). À ce stade de l'exposé, il convient de préciser que le réseau routier de n'importe quel pays est généralement constitué de nombreux milliers de kilomètres de voirie et que seule une part réduite de celui-ci appartient au réseau primaire. Par exemple, l'Autriche comptait « officiellement » en 2006 quelque 2000 km d'autoroutes et de voies rapides et 35 000 km de routes sous la juridiction des États fédéraux [BMVIT 2007]. Les données sur la longueur des voies urbaines, c.-à-d. sur le réseau routier des municipalités sont vieilles de plusieurs années et restent très approximatives dans le meilleur des cas. Les estimations les plus récentes font état de 80 000 kilomètres en 2003 [KfV 2003]. Au total, le réseau routier autrichien est long de quelque 120 000 km. Cette constatation appelle l'interrogation suivante : comment résoudre le problème spatial qui se pose alors, sachant que la totalité du réseau devrait être contrôlée tous les deux à quatre ans ? Différentes stratégies ont été adoptées au sein de l'Union européenne en vue de gérer cette situation.

L'Allemagne par exemple établit une distinction entre tâches périodiques et tâches ad hoc d'Inspection de sécurité routière [FGSV 2006]. Les inspections sont divisées en inspections périodiques de sécurité (conduites à intervalles fixes), inspections « dédiées » de sécurité routière (traitant un thème particulier) et inspections « ad hoc » (voir Tableau 1). Le grand avantage de cette classification est qu'à côté des inspections ordinaires de sécurité, des thèmes spécifiques et hautement polémiques tels que passages piétons, tunnels, carrefours, etc., font l'objet d'une inspection séparée et ne sont donc pas mélangés. Cette approche se justifie également dans la mesure où différents éléments requièrent des intervalles différents, c.-à-d. que les panneaux de sécurité et les caractéristiques de la route doivent être inspectés plus fréquemment que, par exemple, les panneaux de destination.

Tableau 1 - Tâches et calendrier des Inspections de sécurité routière en Allemagne

Type d'ISR	Thème de l'inspection	Catégories de route	Intervalle
Inspection périodique de sécurité routière	Panneaux de signalisation relatifs à la sécurité (dont les marquages et dispositifs de signalisation), dangers au bord de la chaussée et aux abords de route	Routes principales (en agglomération), routes fédérales et nationales, routes du conseil régional et autoroutes (hors agglomération)	Tous les 2 ans
		Routes municipales et routes secondaires (en et hors agglomération)	Tous les 4 ans
Inspection nocturne de sécurité routière	Panneaux de signalisation (dont les marquages et dispositifs de signalisation), tracé de routes, éclairage	Routes principales (en agglomération), axes routiers fédéraux, routes nationales et fédérales, routes du conseil régional, et	Tous les 4 ans

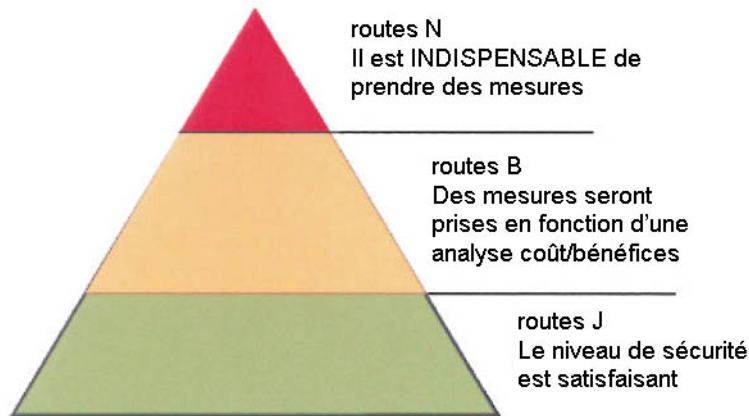
	des points de passage	autoroutes (hors agglomération)	
Inspection des passages à niveau	Panneaux de signalisation et dispositifs de signalisation en relation avec les passages à niveau	Toutes les routes	Tous les 4 ans
Inspection des tunnels	Panneaux de signalisation relatifs à la sécurité (dont les marquages et dispositifs de signalisation), éclairage	Toutes les routes	Tous les 4 ans
Inspection des panneaux de destination	Panneaux de destination	Toutes les routes	Tous les 4 ans
Inspection d'autres panneaux et dispositifs de signalisation	Panneaux et dispositifs de signalisation non couverts par d'autres ISR	Toutes les routes	Tous les 4 ans
Inspection ad hoc de sécurité routière	Panneaux et dispositifs de signalisation choisis	Toutes les routes	Selon besoins

Une autre approche du problème formulé plus haut consiste à (pré)sélectionner les routes sur la base de leurs données de sécurité. En Norvège par exemple, les performances d'une route en matière de sécurité routière sont évaluées en termes de densité de gravité des blessures (injury severity density). La densité de gravité des blessures est un indicateur du nombre pondéré d'usagers blessés par kilomètre de route et par an. Par exemple, une blessure mortelle compte comme 33 blessures légères. La densité attendue pour un tronçon donné est estimée au moyen de la méthode empirique bayésienne (EB). Selon cette méthode, la sécurité attendue sur un tronçon d'autoroute donné peut être estimée comme étant égale à la moyenne pondérée de la sécurité prévue sur des sites similaires et des statistiques des accidents pour le tronçon considéré. La sécurité des sites similaires est prévue à l'aide d'un modèle multivariant d'accident ajusté au moyen d'une régression binomiale négative.

Des modèles distincts ont été conçus pour les tués, les blessés critiques, les blessés graves, les blessés légers et pour les accidents corporels. Sur la base de ces modèles, des valeurs normales sont calculées pour chaque catégorie. Celles-ci sont ensuite combinées avec les statistiques relevées pour chaque tronçon afin d'estimer la densité de gravité des blessures pour ce tronçon. Des tronçons d'un kilomètre et les données de huit années ont été utilisés pour développer ces modèles.

Les routes ont ensuite été classées en trois groupes selon la densité de gravité des blessures attendue. (1) Les routes rouges sont les 10 % les plus dangereuses, (2) les routes oranges sont les 50 % les plus sûres et (3) les routes vertes comprennent les 40 % restants (voir Figure 1). Les inspections de sécurité ont d'abord été réalisées sur les plus dangereuses des routes rouges, puis sur les autres routes.

Figure 1 - Classification des routes nationales en Norvège sur la base de la densité de gravité des blessures attendue



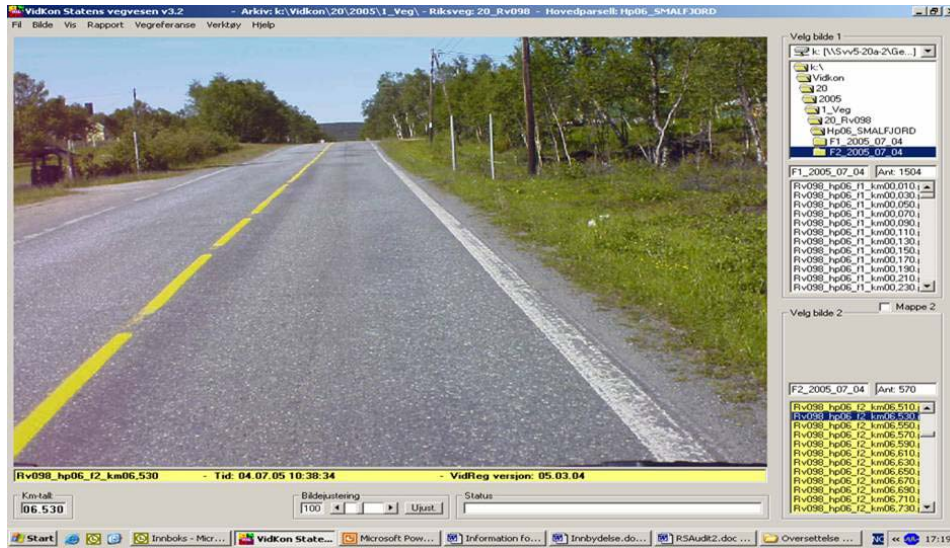
Une troisième solution au problème spatial est l'utilisation d'un équipement vidéo numérique. L'expérience norvégienne [Statens Vegvesen 2005] révèle que les inspections sur le terrain peuvent être entreprises beaucoup plus rapidement lorsqu'une inspection dite « Vidkon » a été réalisée au préalable. Le tronçon analysé est balayé plusieurs fois par une caméra vidéo qui filme tout le tronçon ou par un appareil photo numérique qui prend deux clichés (l'un de la chaussée même, l'autre de ses abords) tous les 20 mètres. Sur les tronçons en ligne droite, beaucoup d'éléments peuvent être vérifiés en roulant lentement au bord de la route.

Une inspection/enquête préliminaire du tronçon contrôlé peut être menée depuis le siège afin d'obtenir une vue d'ensemble du tronçon et de vérifier des facteurs généraux tels que le type de zone (la route traverse-t-elle plusieurs types de zone ?), la courbure de voie et la visibilité, les types d'intersection, la signalisation horizontale et verticale, etc. Cette méthode donne donc la possibilité d'inspecter la route à tout moment de l'année sans être influencé par les conditions météorologiques ou par la circulation.

Durant les mois d'hiver, lorsque les Inspections de sécurité routière sont généralement impossibles, ces photographies et ces vidéos servent à la préparation de feuilles de calcul standardisées (voir plus bas) pour les inspections du printemps. La

Figure 2 présente un exemple d'ISR en Norvège. Vidkon est utilisé pour l'acquisition des données.

Figure 2 - Inspection de sécurité des routes en Norvège à l'aide de Vidkon. Source : Statens Vegvesen, 2005



Ce type d'inspection « préliminaire » présente les avantages suivants :

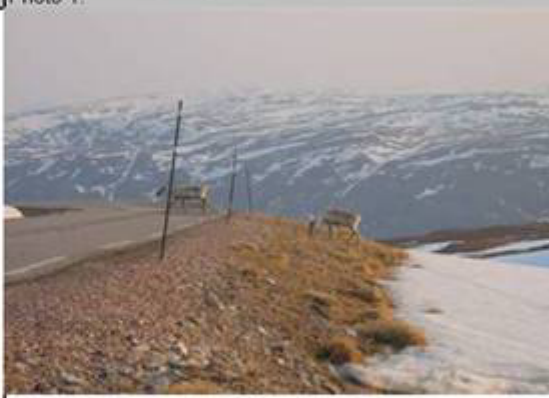


- moins de temps passé dans la circulation, c.-à-d. une sécurité accrue pour les inspecteurs
- les inspections sont possibles tout au long de l'année – l'hiver peut également servir aux préparations
- les inspecteurs ont la possibilité de visionner plusieurs fois certains passages ou de rechercher des insuffisances communes à certaines photographies/à certains sites
- l'équipe d'inspection peut discuter de chaque situation dans le calme et le confort du bureau

L'inspection de terrain (= l'ISR proprement dite) s'attachera à contrôler les conditions qui restent suspectes et à compléter/détailler les situations spécifiques relevées lors de l'inspection préliminaire. En Norvège, des formulaires standardisés sont employés afin de garantir que tous les rapports d'Inspection de sécurité routière aient une forme identique quels que soient les inspecteurs. Afin d'atteindre cet objectif, le logiciel propose des textes standards décrivant des situations typiques pour remplir les formulaires (voir figure 3).

Chaque formulaire contient les informations suivantes :

- Numéro de route
- Désignation du tronçon défini comme étant la portion de route située entre deux points de référence
- Tronçon de route principal
- Borne kilométrique et direction
- Identification du kilomètre où est localisé l'endroit/le problème rencontré ou des kilomètres (entre km... et km...) pour un tronçon à plusieurs problèmes
- Description du problème
- Irrégularités, défauts et remarques (à cocher)
- Problèmes considérés comme requérant des mesures immédiates ou un investissement (à cocher)
- Photographie du problème (Vidkon)
- Description des mesures proposées

Figure 3 - Formulaire standard (T-ess) utilisé pour les rapports d'inspection de sécurité routière en Norvège

ROAD SAFETY INSPECTION		Point nr.: 6	
Route number: E 6 - 69	Road section - name: Tana Valley - North Cape	Hp	Km
Direction			
Situation description: Too high and steep slope, ref. HB231, Figure 2.8		Photo 1: 	
Ref. to handbook: HB 231			
Deviation: <input checked="" type="checkbox"/>	Fault: <input type="checkbox"/>	Note: <input type="checkbox"/>	
Immediate measure: <input checked="" type="checkbox"/>	Minor investment measure: <input type="checkbox"/>	Route investment measure: <input type="checkbox"/>	Put a mark in the appropriate box to the left
Description of measure Erect guardrail		Photo 2 (alternatively a sketch may be included) 	
			
Severity	(Mark in appropriate box)		
Consequence →			
Probability ↓	Light	Serious	Very serious/fatal
Small			X
Medium			
High			

Les principaux avantages de cette méthode sont les suivants :

- facilité de lecture et d'exploitation
- facilité de comparaison
- facilité d'insertion de photographies issues de Vidkon ou de tout autre système vidéo
- texte standardisé recensant les erreurs les plus fréquentes (banque de textes)
- matrice de risque incluse
- formulaire de rapport plus simple et standardisé
- meilleure base pour établir des priorités entre les différents dangers identifiés

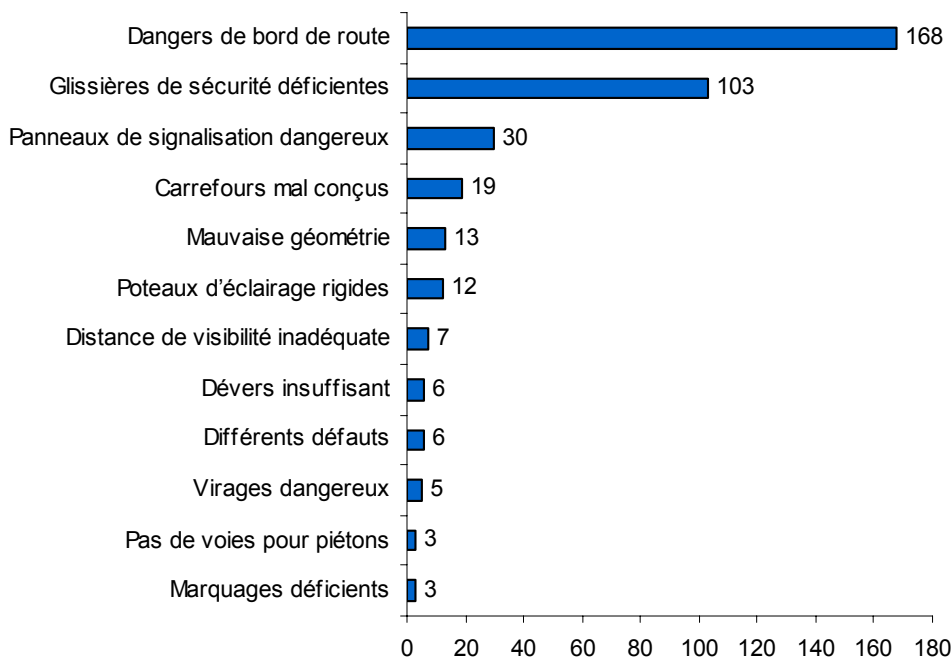
3. DÉFAUTS IDENTIFIÉS LORS DES INSPECTIONS DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Les éléments examinés lors des inspections de sécurité routière peuvent varier d'un pays à l'autre. Ce chapitre expose brièvement les éléments traités en Autriche et en Norvège, des expériences comparables ayant été faites en Allemagne et au Portugal.

En Autriche, les premières inspections pilotes datent de 2003. Jusqu'ici, environ 270 km du réseau autoroutier autrichien ont été inspectés, certaines de ces inspections étant encore en cours. Elles incluent les paramètres de tracé de la route, une analyse des flots de circulation, les conditions d'éclairage, la gestion des conditions météorologiques et les environs de la route. Chaque élément a été classé dans l'une de trois catégories selon son importance pour la sécurité routière : extrêmement important, d'importance moyenne ou de faible importance. Pour chaque élément considéré comme extrêmement important, des mesures ont été proposées pour réduire le danger associé au problème. La plupart des mesures proposées sont des mesures peu coûteuses qui peuvent être mises en œuvre à court terme et ne nécessitent pas l'achat de terrains supplémentaires ou une planification intensive. La majorité des éléments couverts par l'inspection sont connus pour être des dangers liés à la circulation. C'est par exemple le cas des restrictions visuelles [Elvik and Vaa 2004], du rayon de courbe des rampes d'entrée [Erke 2006], de la vitesse [Elvik, Christensen and Amundsen 2004], de la pluie, de la neige ou du verglas [Elvik and Vaa 2004] et du brouillard.

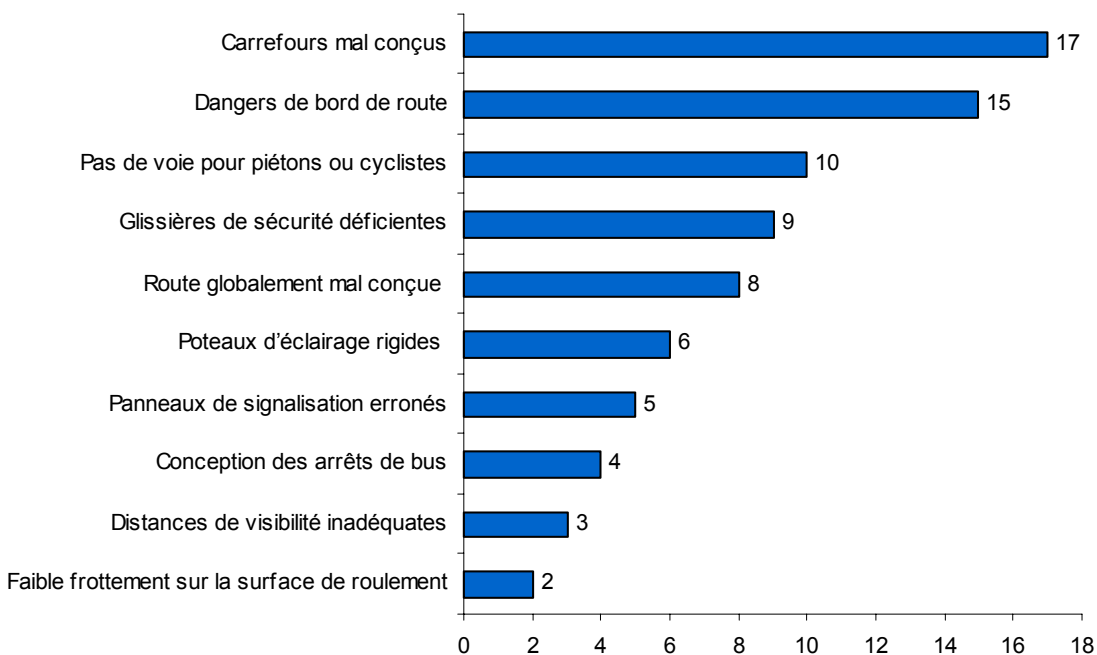
Une étude norvégienne [Haldorsen and Hvoslef 2003] a repris les conclusions de 56 rapports d'inspection de sécurité routière. 41 rapports concernaient des routes hors zones urbaines, 15 autres concernaient des routes dans des zones urbaines. Au total, les 41 premiers rapports comportaient 365 remarques sur les dangers de la circulation en rase campagne. La figure 4 indique le nombre de remarques formulées pour chaque catégorie principale. Le nombre moyen de dangers identifiés était de 8,9 par rapport. Près de la moitié des dangers cités concernaient les abords de route, tels que des débris rocheux ou de grands arbres à proximité de la route ou des remblais élevés et abrupts. Diverses insuffisances relatives aux glissières de sécurité ont également été mentionnées avec une certaine fréquence. Concernant ces dernières, le problème le plus fréquemment évoqué était que l'extrémité des glissières n'était pas protégée et représentait un danger de circulation auquel il pouvait être remédié.

Figure 4 - Nombre de dangers mentionnés dans les rapports d'inspection de sécurité des routes de rase campagne en Norvège. Source : Haldorsen et Hvoslef 2003



Les 15 rapports sur les routes urbaines ont identifié un total de 79 défauts. La figure 5 présente les principales catégories de défauts signalés dans ces rapports. Le nombre moyen de dangers identifiés était de 5,3 par rapport. L'analyse de ces défauts révèle que les dangers identifiés en zone urbaine sont assez différents de ceux identifiés sur les routes de rase campagne. Les caractéristiques des carrefours et des installations pour piétons et cyclistes sont assez fréquemment citées.

Figure 5 - Nombre de dangers mentionnés dans les rapports d'inspection de sécurité des routes urbaines en Norvège. Source : Haldorsen et Hvoslef 2003



Sur la base des études citées plus haut, on peut affirmer que les Inspections de sécurité routière signalent des insuffisances auxquelles il peut être remédié au moyen de mesures peu coûteuses. Cette expérience reflète également la nature même de l'instrument ISR en suivant le principe « You look what you see » (vous regardez ce que vous voyez). Le chapitre suivant présente les meilleures pratiques en termes de mesures à prendre pour remédier à différents types de défauts de la voirie.

4. EFFETS SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE DES TRAITEMENTS MIS EN OEUVRE SUITE À DES INSPECTIONS DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Il n'existe qu'un nombre très réduit d'études sur les effets sur la sécurité routière de mesures dont la mise en œuvre aurait été explicitement motivée par des inspections de sécurité routière. De fait, seules deux études ont été trouvées, toutes deux américaines et ayant pour objet la rectification de panneaux de signalisation erronés [Lyles et al 1986, Ford Calvert 2003]. Leurs conclusions seront examinées plus bas.

Si les études évaluant les mesures de sécurité routière et affirmant de façon explicite avoir été motivées par les ISR sont très rares, il existe en revanche un très grand nombre d'études portant sur des mesures de sécurité routière qui sont identiques à celles proposées dans les rapports des ISR. On peut donc raisonnablement supposer que l'effet des mesures mises en œuvre suite à ces inspections sera le même que celui généralement rapporté par les études d'évaluation. Sur la base de cette hypothèse, ce chapitre donnera un bref aperçu de nos connaissances actuelles sur les effets des mesures de sécurité routière suivantes :

- Retrait des obstacles visuels à proximité de la route
- Mesures de sécurité aux abords de route
- Installation de glissières de sécurité le long des remblais
- Traitements des extrémités des glissières de sécurité
- Utilisation de poteaux fusibles
- Mesures peu coûteuses portant sur les rayons de courbure étroits
- Rectification de panneaux de signalisation erronés

Cet aperçu se fonde principalement sur le guide des mesures de sécurité routière (Handbook of Road Safety Measures) [Elvik et Vaa 2004], mais certaines études sont examinées plus en détail.

4.1. Retrait des obstacles visuels

Le guide des mesures de sécurité routière [Elvik et Vaa 2004] cite deux études, l'une suédoise, l'autre norvégienne, qui ont procédé à une estimation des effets d'un retrait des obstacles visuels près de la route – le plus souvent, en abattant des arbres et en coupant des buissons. Les mesures évaluées dans le cadre de l'étude norvégienne [Vaa 1991] sont probablement celles qui se rapprochent le plus des mesures auxquelles une inspection de sécurité routière pourrait donner lieu. L'illustration 4 montre une photographie d'un tronçon de route avant et après traitement.

Figure 6 - Distance de visibilité avant et après suppression des arbres et buissons. Source : Vaa 1991



Figur: Kurve på Rv 306. Før siktrydding.



Figur: Kurve på Rv 306. Etter siktrydding.

Comme le montre la photographie, la distance de visibilité a été considérablement améliorée. D'après l'étude, les automobilistes se sont mis à doubler plus fréquemment. La vitesse moyenne a également augmenté. Ces deux phénomènes montrent que les automobilistes ont tendance à adapter leur comportement aux changements de visibilité et saisissent l'occasion de rouler plus vite lorsque les obstacles visuels sont supprimés. Le bénéfice net en termes de sécurité est faible. Le taux d'accidents corporels est passé de 0,31 par million de kilomètres parcourus à 0,30 par million de kilomètres parcourus. Cette faible baisse (une réduction de 3 %) n'est pas significative sur le plan statistique.

4.2. Mesures de sécurité aux abords de route

Il existe deux types de mesures de sécurité aux abords de route : adoucir les pentes du talus ou bien retirer les obstacles fixes de la zone de sécurité. La zone de sécurité se définit comment étant la zone de 10 mètres environ qui entoure la route. Le guide des mesures de sécurité routière [Elvik et Vaa 2004] reprend les éléments apportés par des études ayant évalué les effets des mesures de sécurité relatives aux bords de route. La meilleure d'entre elles est probablement celle de Zegeer et al (1988). Le tableau 2 reprend les conclusions de cette étude à propos de l'adoucissement des talus.

Tableau 2 - Réduction attendue des accidents de sorties de route de véhicules uniques attribuable à l'adoucissement des talus. Source : Zegeer et al 1988

Pente du talus avant	Pente du talus après				
	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1 ou plus plat
2:1	2 %	10 %	15 %	21 %	27 %
3:1		8 %	14 %	19 %	26 %
4:1			6 %	12 %	19 %
5:1				6 %	14 %
6:1					8 %

Ces estimations sont basées sur un modèle de prédiction des accidents qui contrôle statistiquement les effets de plusieurs autres variables, dont la densité du trafic, la largeur de voie, la largeur de l'accotement et la distance de récupération libre (clear recovery distance – la distance de récupération libre est la largeur de la zone exempte d'obstacles fixes).

Adoucir des pentes de talus abruptes n'est pas toujours possible et peut s'avérer très coûteux. Il est parfois plus économique de retirer des obstacles fixes à proximité de la route (fournissant ainsi une zone de récupération libre). Selon Zegeer et al, une augmentation de la distance de récupération libre peut entraîner une réduction de 44 % du nombre de sorties de route de véhicules uniques.

4.3. Glissières de sécurité et traitements sur les extrémités des glissières

Le guide des mesures de sécurité routière [Elvik et Vaa 2004] récapitule l'état actuel de nos connaissances sur les effets de l'installation de glissières et d'un traitement de sécurité au niveau de leurs extrémités. Les principaux éléments de cet exposé sont présentés plus bas. Le tableau 3 résume les effets estimés d'une installation de glissières de sécurité le long des remblais.

Les glissières le long des remblais réduisent considérablement le nombre de tués et de blessés dans le cas d'une sortie de route. Si elles semblent en outre réduire le nombre total d'accidents, y compris d'accidents matériels, ce dernier effet est toutefois plus restreint et plus incertain. L'installation de glissières de sécurité plus flexibles est également associée à une diminution de la gravité des blessures, mais son effet est là encore plus réduit que celui d'une installation de glissières à des endroits qui n'en comportaient pas.

Tableau 3 - Glissières de sécurité et accidents. Modification du nombre d'accidents en %. Source : Elvik et Vaa 2004

Gravité de l'accident	Type d'accident concerné	Modification statistique du risque de blessure	
		Meilleure estimation	Intervalle de confiance de 95 %
Nouvelle glissière de sécurité le long du remblai			
Blessure mortelle	Sortie de route	-44	(-54, -32)
Toute blessure	Sortie de route	-47	(-52, -41)
Taux d'accidents	Sortie de route	-7	(-35, +33)
Remplacement par des glissières plus flexibles			
Blessure mortelle	Sortie de route	-41	(-66, +2)
Toute blessure	Sortie de route	-32	(-42, -20)

Concernant les mesures sur les extrémités des glissières de sécurité, Elvik [2001] fournit une vue d'ensemble de leurs effets (voir tableau 4). Tandis que seuls 1,4 % des automobilistes sont tués lorsqu'ils heurtent une glissière de sécurité dans sa longueur, ils sont 2 à 5 % à décéder lors d'une collision avec son extrémité. Rabattues, les extrémités des glissières peuvent agir comme des « aires de lancement de roquettes », emportant littéralement l'automobile dans les airs et la projetant à une distance considérable. La solution la plus sûre semble être de noyer l'extrémité de la glissière de sécurité dans le talus, c.-à-d. de ne pas exposer du tout les extrémités des glissières. Si l'on ne peut éviter d'exposer les extrémités, concevoir ces dernières sous forme d'atténuateurs de chocs réduira la gravité des blessures.

Tableau 4 - Effets des traitements des extrémités des glissières de sécurité. Source Elvik (2001)

Type de traitement des extrémités	Gravité des blessures des automobilistes et type de mesure			
	Pas de blessure	Blessure légère	Blessure grave	Décès
Résultats de Hunter, Stewart et Council 1993				
Glissière de sécurité (longueur)	294 (50,4 %)	217 (37,3 %)	63 (11,0 %)	8 (1,4 %)
Queue de carpe	60 (44,8 %)	49 (36,5 %)	22 (16,4 %)	3 (2,2 %)
Extrémité rabattue	51 (47,2 %)	36 (33,4 %)	16 (14,8 %)	5 (4,6 %)
Noyée dans le talus	11 (31,4 %)	18 (51,4 %)	6 (17,1 %)	0 (0,0 %)
Résultats de Gattis, Alguire et Natta 1996				
Extrémité exposée	99 (52,1 %)	61 (32,1 %)	21 (11,1 %)	9 (4,7 %)
Extrémité rabattue	177 (54,3 %)	97 (29,8 %)	42 (12,9 %)	10 (3,1 %)
Résultats de Ray 2000				
Extrémité parabolique en trois quarts de cercle	54 (60,7 %)	22 (24,7 %)	13 (14,6 %)	
Extrémité en demi-cercle	32 (48,5 %)	17 (25,8 %)	17 (25,8 %)	

4.4. Utilisation de poteaux fusibles

Le guide des mesures de sécurité routière [Elvik et Vaa 2004] présente les informations suivantes concernant les poteaux d'éclairage fusibles. La conséquence de l'utilisation de poteaux déformants sur la gravité des blessures a été étudiée en Grande-Bretagne [Walker 1974] et aux États-Unis [Ricker, Banks, Brenner, Brown et Hall 1977; Kurucz 1984]. Sur la base de ces études, on peut estimer que les poteaux fusibles réduisent d'environ 50 % le risque de blessure en cas de collision (limite de confiance inférieure 95 % : 72 %, limite de confiance supérieure 95 % : 25 %).

4.5. Mesures peu coûteuses portant sur les rayons de courbure étroits

Les virages très serrés sur des routes par ailleurs droites affichent un taux d'accidents élevé. Une estimation du taux d'accidents dans les virages classifiés « inattendus » selon les critères du programme norvégien URF [Elvik et Muskaug 1994] montre que le taux d'accidents dans ces virages est plus élevé lorsque ces derniers sont situés sur des routes présentant peu de virages similaires. Le nombre d'accidents corporels par million de kilomètres parcourus suivant le nombre de virages était le suivant :

Tableau 5 : Nombre de virages inattendus (virages avec une valeur URF supérieure à 4-5) par kilomètre de route

Plus de 0,75	0,51-0,75	0,26-0,50	Jusqu'à 0,25
0,19	0,24	0,59	0,66

Le risque dans les virages inattendus est environ trois fois plus important sur une route qui compte moins de 0,5 virages similaires au kilomètre que sur une route qui en compte plus de 0,75. Une étude néo-zélandaise [Matthews et Barnes 1988] a trouvé un schéma comparable. Plus la section de route droite est importante avant un virage serré (rayon inférieur à 400 mètres), plus le taux d'accidents est élevé dans ce virage.

Il n'est pas toujours possible de rendre ces virages plus larges en reconstruisant la route. Le taux d'accidents dans les virages serrés et inattendus doit donc être abaissé au moyen d'autres méthodes. En Norvège, un programme informatique du nom de programme URF (URF signifiant *UtforkjøringsRisikoFaktor* – facteur de risque de sortie de route) a été développé afin d'identifier les virages inattendus [Amundsen et Lie 1984]. La valeur URF d'un virage dépend du caractère inattendu de ce virage, de la largeur de la route et de sa déclivité. Un virage est considéré comme plus ou moins inattendu selon que la différence de vitesse de circulation, le rayon de courbe et le dévers de la chaussée dans ce virage sont plus ou moins importants en comparaison des valeurs moyennes sur un autre tronçon.

Le programme URF a servi en Norvège à identifier les virages inattendus et à les améliorer [Eick et Vikane 1992, Eriksen 1993, Stigre 1993]. Le type de traitement le plus répandu consiste à placer des panneaux sur lesquels des flèches de direction indiquent le tracé du virage. On utilise parfois aussi des marquages d'arrière-plan. Les études d'Eick et Vikane (1992), Eriksen (1993) et Stigre (1993) ont été soumises à une seconde analyse fondée sur l'étude de Sakshaug (1998) afin de contrôler le retour à la moyenne. Cette étude fournit un ensemble de taux d'accidents normaux pour des rayons de courbure étroits qui étaient inconnus à l'époque des premières études. Sur la base de cette seconde analyse, l'effet d'une signalisation de direction et d'arrière-plan des virages dangereux sur les accidents corporels est estimé à 16 %. Cette baisse n'est pas significative sur le plan statistique (limite inférieure à 95 % : 35 % de diminution, limite supérieure à 95 % : augmentation de 9 %).

4.6. Rectification de panneaux de signalisation erronés

Deux études ont évalué les répercussions sur la sécurité d'une rectification de panneaux de signalisation erronés. Toutes deux [Lyles et al 1986, Ford et Calvert 2003] ont été menées aux États-Unis. La première d'entre elles est examinée dans le guide des mesures de sécurité routière [Elvik et Vaa 2004]. Selon cette étude, corriger les panneaux de signalisation conformément au MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices) entraînerait une diminution de 15 % du nombre d'accidents corporels (limite inférieure à

95 % : 25 % de diminution ; limite supérieure à 95 % : 3 % de diminution). Les accidents matériels ont été réduits de 7 % (limite inférieure à 95 %, 14 % de diminution, limite supérieure à 95 %, 0,3 % de diminution). Les auteurs de l'étude ont conclu à tort, en se fondant sur une analyse statistique inadéquate des données, que mettre à niveau des panneaux inférieurs aux normes ne réduisait pas le nombre d'accidents.

La seconde étude, plus récente [Ford and Calvert 2003], a évalué les effets d'un programme peu coûteux de mise à niveau des panneaux et des marquages sur la base d'inspections de sécurité routière. Selon cette étude, une réduction de 55 % du nombre d'accidents mortels, de 31 % du nombre d'accidents corporels et de 46 % du nombre d'accidents matériels aurait été obtenue. Cette étude n'a pas contrôlé le retour à la moyenne et les traitements ont été ciblés sur les sites à haut risque. Il est donc très probable que les effets réels soient beaucoup plus faibles que ceux rapportés.

4.7. Bénéfices qui peuvent être attendus des inspections de sécurité routière

Le tableau 6 répertorie les effets qui peuvent être attendus d'une introduction des mesures décrites ci-dessus qui ferait suite à une inspection de sécurité routière. Toutes les estimations concernent des accidents corporels. Toutes sont données sous forme d'estimation uniquement en raison, d'une part, des inévitables variations locales et, d'autre part, de leur degré assez élevé d'incertitude.

Les estimations de répercussion des ISR permettent de conclure avec un degré raisonnable de certitude que les inspections de sécurité routière peuvent entraîner la mise en place de mesures susceptibles d'améliorer considérablement la sécurité routière.

Tableau 6 - Récapitulatif des effets probables des inspections de sécurité routière sur les accidents corporels. Source : rapport TØI 850/2006.

Traitement	Type d'accidents influencés	Réduction attendue des accidents (%)
Retrait des obstacles visuels	Tous types d'accident	0-5%
Adoucissement des pentes de talus	Sortie de route	5-25%
Zones de récupération libres	Sortie de route	10-40%
Glissières de sécurité le long des remblais	Sortie de route	40-50%
Traitements sur les extrémités des glissières de sécurité	Véhicules heurtant les extrémités des glissières de sécurité	0-10%
Poteaux d'éclairage cédant sous le choc	Véhicules heurtant les poteaux d'éclairage	25-75%
Signalisation de virages dangereux	Sortie de route dans les virages	0-35%
Rectification de panneaux erronés	Tous types d'accident	5-10%

5. CONCLUSIONS

À la lumière des conclusions du présent rapport et du rapport de Nadler et Lutschounig [2006], les directives de meilleures pratiques suivantes sont proposées en matière d'inspections de sécurité routière :

1. Les éléments à inclure dans les inspections de sécurité routière devraient être connus comme des facteurs de risque d'accidents ou de blessures.
2. Les inspections devraient être standardisées et conçues afin de s'assurer que tous les éléments inclus sont couverts et évalués d'une manière objective. À cet effet, des listes de pointage pourraient s'avérer utiles.
3. La liste des éléments à inclure dans les inspections de sécurité routière (listes de pointage) devraient inclure les éléments reconnus comme importants. Chaque inspection de sécurité routière comprendrait les éléments suivants :
 - a. La qualité des panneaux de signalisation en tenant compte de leur nécessité, de leur positionnement (correct ou pas) et de leur lisibilité dans le noir.
 - b. La qualité des marquages, en particulier leur visibilité (ou pas) et leur correspondance avec les panneaux de signalisation.
 - c. La qualité de la surface de roulement, en prenant particulièrement en compte le frottement et l'uni.
 - d. Les distances de visibilité et la présence d'obstacles permanents ou temporaires qui empêchent de voir assez tôt la route ou la présence d'autres usagers.
 - e. La présence de dangers liés à la circulation dans les abords immédiats de la route tels que des arbres, des roches exposés, des drains, etc.
 - f. Des aspects de l'exploitation du trafic ; on observera notamment si les usagers de la route adaptent suffisamment leur vitesse aux conditions locales.
4. Pour chaque élément de l'inspection, une évaluation standardisée devrait être réalisée qui mettrait en œuvre les catégories suivantes :
 - a.) L'élément représente un danger de circulation qui devrait être traité immédiatement. Un traitement spécifique devrait alors être proposé.
 - b.) L'élément n'est pas en très bon état mais aucune action de court terme n'est nécessaire pour rectifier le problème. Une plus ample observation est recommandée.
 - c.) L'élément est en bonne condition.
5. Les inspections devraient exposer leurs conclusions et proposer des mesures de sécurité au moyen de rapports standardisés.

6. Les inspecteurs devraient avoir les qualifications requises pour leur travail. Ils devraient se réunir régulièrement afin d'échanger leurs expériences et de garantir une application uniforme des standards de sécurité des inspections.
7. Des inspections de suivi devraient être menées après quelque temps afin de vérifier si les mesures proposées ont été mises en œuvre.

Concernant la sélection des routes à inspecter, des arguments peuvent être formulés en faveur des deux approches actuellement utilisées : (1) inspecter les routes ayant un problème avéré de sécurité uniquement, ou (2) inspecter toutes les routes. Ces deux approches peuvent se justifier et le choix de l'une ou l'autre dépendra souvent de la capacité financière de l'agence des routes à prendre en charge l'inspection et le traitement de l'ensemble du réseau.

Au cours d'une première phase, il peut être approprié de choisir d'inspecter des routes présentant de mauvaises statistiques de sécurité. Toutefois, à mesure qu'une certaine expérience sera acquise, les inspections de sécurité routière pourront être davantage utilisées en tant qu'outil de prévention et étendues à des routes ne présentant pas de mauvais résultats. Aujourd'hui, si certains pays tels que l'Allemagne utilisent d'abord les inspections de sécurité routière comme un outil de prévention, d'autres, comme la Norvège, l'exploitent encore majoritairement au titre d'outil correctif.

RÉFÉRENCES

1. Amundsen, F. H. and T. Lie (1984). Utforkjøringer kan begrenses. Temahefte 15 i temaserien Trafikk. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
2. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Abteilung II/ST1 – Planung und Umwelt. Statistik Straße & Verkehr, Jänner 2007. Wien
3. Eick, H. and G. Vikane (1992). Verknaden av URF-tiltak i Hordaland. Rapport. Statens vegvesen Hordaland, Trafikkseksjonen, juli 1992. Bergen.
4. Elvik, R. (2001). Nyttekostnadsanalyse av ny rekkverksnormal. Rapport 547. Transportøkonomisk institutt, Oslo
5. Elvik, R., P. Christensen and A. Amundsen (2004). Speed and road accidents. Report 740. Institute of Transport Economics, Oslo.
6. Elvik, R. and R. Muskaug (1994). Konsekvensanalyser og trafikksikkerhet. Metode for beregning av konsekvenser for trafikksikkerheten av tiltak på vegnettet. TØI-rapport 281. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
7. Eriksen, T. (1993). Analyse av Running-off-the-road i Akershus fylke 1987-92. Hovedoppgave i samferdselsteknikk. Norges Tekniske Høgskole, Institutt for Samferdselsteknikk, Trondheim.
8. Erke, A. (2006). Revisjon av Trafikksikkerhetshåndboken: 1.9 Toplankryss og 3.13 Vegoppmerking. Arbeidsdokument SM/1812/2006. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
9. Elvik, R. and Vaa, T. (2004). The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier Science, Oxford.
10. Ford, S.H. and E.C. Calvert (2003). Evaluation of a low-cost program of road system traffic safety reviews for country highways. Transportation Research Record, 1819, 231-236, 2003.
11. European Commission (2001). European transport policy for 2010: time to decide, White paper of 12th September 2001, COM (2001) 370
12. European Commission (2003). European Road Safety Action Plan – Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: A shared responsibility, COM (2003) 311
13. Gattis, J. L., M. S. Alguire and S. R. K. Narla (1996). Guardrail end-types, vehicle weights, and accident severities. Journal of Transportation Engineering, 122, 210-214.
14. Haldorsen, I. and H. Hvoslef (2003). Trafikksikkerhetsrevisjon av eksisterende veg. Oppsummering av resultater og erfaringer fra gjennomførte revisjoner. Rapport TS 08/2003. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veg- og trafikkavdelingen, TS-seksjonen, Oslo.
15. Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV). Verkehrsunfallstatistik 2003, In: Verkehr in Österreich, Heft 36. Wien, 2003
16. Kurucz, C. N. (1984). An analysis of the injury reduction capabilities of break-away light standards and various guardrails. Accident Analysis and Prevention, 16, 105-114.
17. Lyles, R.W. et al. (1986). Efficacy of Jurisdiction-Wide Traffic Control Device Upgrading. Transportation Research Record, 1068, 34-41
18. Matthews, L. R. and J. W. Barnes (1988). Relation between road environment and curve accidents. Proceedings of 14th ARRB Conference, Part 4, 105-120. Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria, Australia.
19. Nadler, H. and S. Lutschounig (2006). Comparison of the common understanding approach with current practice of RSI in European countries to detect main differences and similarities. Report of WP 5 of RIPCORD-ISEREST.
20. Ricker, E. R. et al. (1977). Evaluation of Highway Safety Program Standards within the Purview of the Federal Highway Administration - Final Report. Re-port DOT-FH-11-9129. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington.
21. Road and Transportation Research Association (FGSV), Working Group Traffic Engineering and Safety, Guidelines for Road Safety Inspections, Draft version. 2006
22. Sakshaug, K. (1998). Effekt av overhøyde i kurver. Beskrivelse av datamaterialet. Internt notat av 2.11.1998. SINTEF Bygg og miljøteknikk, Samferdsel, Trondheim.
23. Statens vegvesen (Norwegian Road Administration), 2005. Road Safety Audit and Inspection. The handbook is found at: www.vegvesen.no
24. Stigre, S. A. (1993). Tiltak mot utforkjøringsulykker i Vestfold. Effektundersøkelse. Oppdragsrapport til Statens vegvesen Vestfold. Svein A. Stigre, Rykkinn.
25. Vaa, T. (1991). Effekt av siktforbedrende tiltak på strekninger. Rapport STF63 A91014. SINTEF Samferdselsteknikk, (utgitt av Vegdirektoratet, Driftsavdelingen). Trondheim
26. Walker, A. E. (1974). Field experience of breakaway lighting columns. TRRL Laboratory Report 660. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
27. Zegeer, C.V. et al (1988). Accident Effects of Sideslope and Other Roadside Features on Two-Lane Roads. Transportation Research Record, 1195, 33-47.